Reparador de Aparelhos Domésticos de Refrigeração

Federação das Indústrias do Estado de Pernambuco
Presidente
Jorge Wicks Côrte Real

Departamento Regional do SENAI de Pernambuco
Diretor Regional
Antônio Carlos Maranhão de Aguiar

Diretor Técnico
Uaci Edvaldo Matias

Diretor Administrativo e Financeiro
Heinz Dieter Loges

Ficha Catalográfica

621.56 SENAI.DR.PE. **Reparador de Aparelhos Domésticos de Refrigeração.**
S474r SENAI.PE/DITEC/DET, 2004.
1. REFRIGERAÇÃO
2. REFRIGERADOR
3. FREEZER
4. BEBEDOURO
5. AR CONDICIONADO
I. Título

Direitos autorais de propriedade exclusiva do SENAI. Proibida a reprodução parcial ou total, fora do Sistema, sem a expressa autorização do Departamento Regional de Pernambuco.

SENAI – Departamento Regional de Pernambuco
Rua Frei Cassimiro, 88 – Santo Amaro
50100-260 – Recife - PE
Tel.: (81) 3416-9300
Fax: (81) 3222-3837

SUMÁRIO

Básico de Refrigeração 5
Introdução 5
Energia 5
Grandezas Elétricas 10
Lei de Ohm 12
Circuito Elétrico 13
Energia Térmica 18
Temperatura 20
Pressão 30
O Ciclo Básico de Refrigeração 36
Preparação de Tubos 40
Soldagem de Tubos 51
Reparador de Refrigeradores, Freezeres e Bebedouros 59
Instalação de Refrigerador e de Congelador 59
Reparação da Porta do Refrigerador ou do Congelador 74
Substituição de Termostato 88
Substituição dos Componentes Elétricos do Refrigerador e do Congelador .. 105
Substituição de Unidade Selada 129
Diagramas e Tabelas 158
Instalação de Condicionador de Ar 174
Substituição dos Componentes Elétricos do Condicionador de Ar 192
Substituição do Motoventilador 203
Substituição da Unidade Selada no Condicionador de Ar 211
Válvula de Reversão 215
Diagramas e Tabelas 218
Bibliografia 231

BÁSICO DE REFRIGERAÇÃO

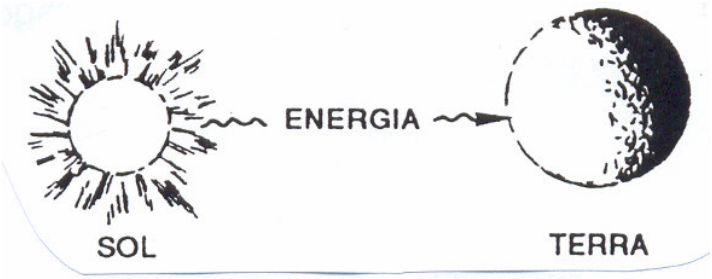
INTRODUÇÃO

A principal finalidade deste curso é de apresentar conceitos teóricos básicos, indispensáveis para a compreensão do funcionamento de equipamentos de ar condicionado e correlatos.

ENERGIA

A energia é uma das grandezas físicas fundamentais da natureza. Poderíamos até dizer que o constituinte básico do universo é a energia.

A própria matéria, constituída de microscópicas partículas denominadas átomos, pode ser considerada uma manifestação de energia. A maior fonte de energia, no planeta Terra, é o sol.



Se analisarmos de onde provém a gigantesca quantidade de matéria que o sol diariamente irradia para o espaço, revemos que ela é originária da destruição de matéria em seu interior.

Esta destruição se dá através de reações nucleares (como nas bombas H), nas quais a transformação de pequenas quantidades de matéria produz quantidades gigantescas de energia.

Só para se ter uma idéia, se pudéssemos transformar toda a matéria de uma formiga em energia, ela seria suficiente para fazer ferver a água de uma piscina.

No dia-a-dia, porém, nos defrontamos com formas mais “brandas” de energia, pois nunca lidamos com as altamente destrutivas reações nucleares.

Alguns fatos fundamentais devem ser conhecidos a respeito da energia com a qual normalmente lidamos.

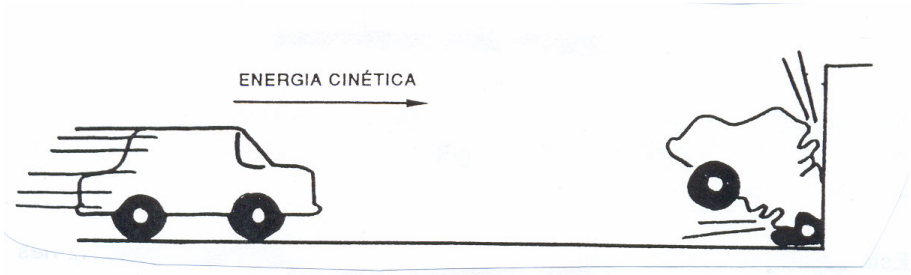
Ela pode assumir diferentes formas e, ao longo de certos processos, pode se transformar de uma forma para outra.

TIPOS DE ENERGIA

Energia Cinética

Todo corpo em movimento possui este tipo de energia, tanto maior quanto maior for a velocidade e a massa do corpo.

Quando um carro dá uma batida, por exemplo, o estrago é produzido pela energia cinética que o carro tinha por estar em movimento. Por isso o estrago aumentará quanto maior for a velocidade no momento da batida.

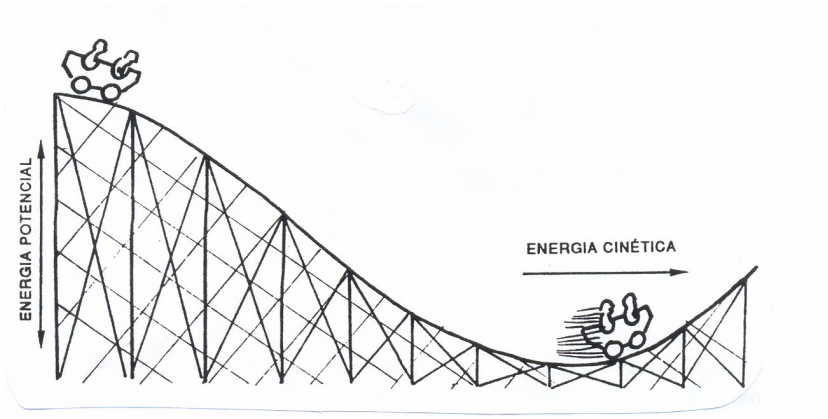


Energia Potencial

É a energia que os corpos têm devido à sua posição. Ela não é tão óbvia quanto a energia cinética mas, lembrando que uma forma de energia pode se transformar em outra, podemos percebê-la facilmente pelos seus efeitos.

Imagine um corpo, situado a uma certa altura, que é abandonado até se chocar com o chão. A energia potencial que ele tinha pelo fato de estar a uma certa altura se transforma, durante a queda, em energia cinética, que acaba sendo percebida pelo estrago da pancada.

Podemos perceber, intuitivamente, que a energia potencial do corpo é tanto maior quanto maior for sua massa e a altura a que ele se encontra.



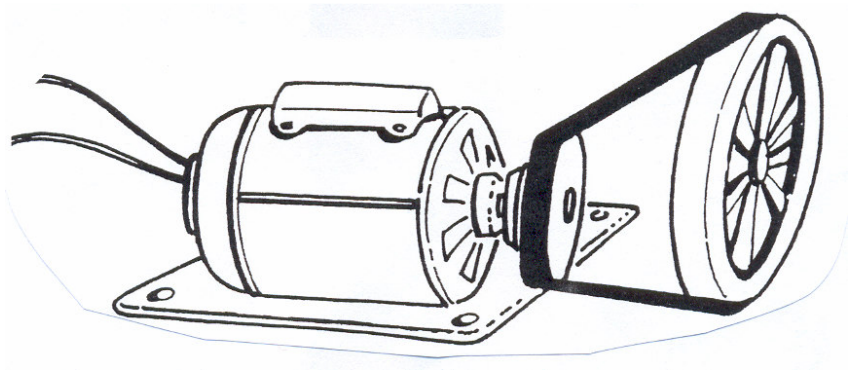
Um homem no quinto andar de um prédio tem, em relação ao chão, uma energia potencial de aproximadamente 10.000 joules. Isso significa que, se ele atirar-se pela janela, liberará na pancada uma energia suficiente para fazer ferver um litro de água.

Esse tipo de energia potencial é também chamado de energia potencial gravitacional pois está associado à força da gravidade da terra.

Um outro tipo de energia potencial é a elástica, relacionada a corpos que estejam ligados a molas ou corpos elásticos.

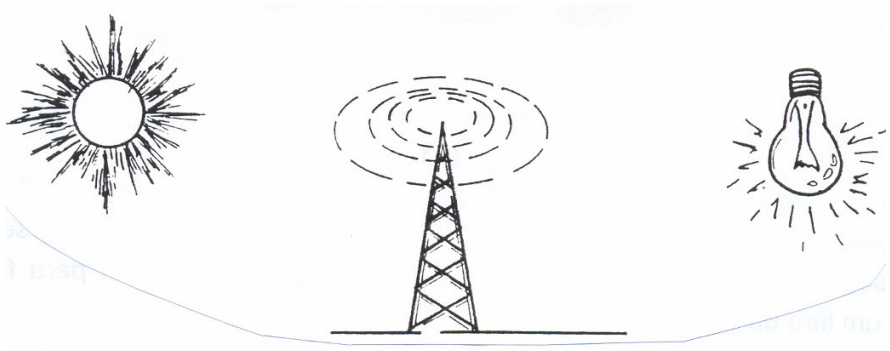
Se você, por exemplo, comprimir um corpo contra uma mola, ao abandonar o sistema verá a energia potencial elástica se transformar em cinética. A soma da energia potencial com a cinética é denominada energia mecânica do corpo.

Num motor elétrico, por exemplo, a energia elétrica é transformada em energia mecânica.



Energia Radiante

A luz, as ondas de rádio e as micro ondas, transportam energia radiante. A energia emitida pelo sol e recebida aqui na terra é uma forma de energia radiante que se propaga no vácuo.



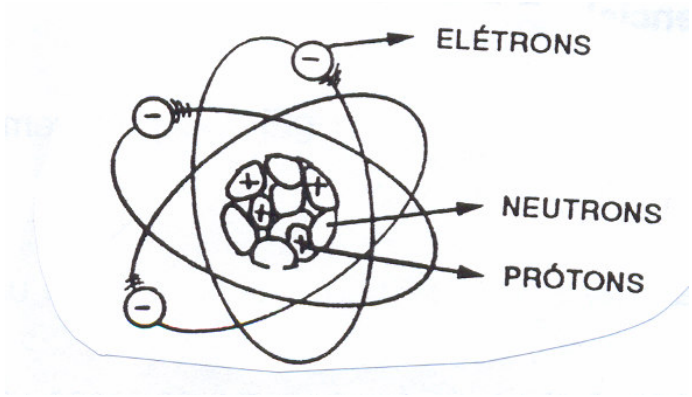
Energia Química

A energia química é uma forma de energia potencial a nível microscópico. Quando os átomos se combinam para formar as moléculas dos compostos químicos, armazenam energia potencial que pode ser liberada posteriormente em outras combinações químicas.

Se pegarmos duas moléculas de gás hidrogênio (H_2O) e as combinarmos com uma molécula de (O_2) obteremos duas moléculas de água (H_2O) e a liberação de uma grande quantidade de energia. Se a reação ocorrer violentamente, percebemos esta liberação na chama resultante (maçarico de hidrogênio funciona com base nesta reação). Se ela ocorrer lentamente, poderemos obter energia elétrica. As baterias usadas pela NASA em suas naves espaciais funcionam segundo esta reação.

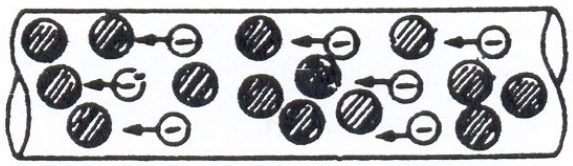
Energia Elétrica

Os átomos que constituem a matéria têm uma estrutura complexa: em sua parte central (núcleo), eles acumulam cargas elétricas positivas; e em torno do núcleo, giram pequenas partículas de carga negativa denominadas elétrons.



Nos materiais bons condutores de eletricidade (metais, por exemplo), os elétrons se movimentam por entre os núcleos a grande velocidade. A energia que eles transportam neste movimento é denominada energia elétrica e pode ser transformada em outros tipos de energia.

Os elétrons que possuem facilidade de locomoção são chamados elétrons livres e são responsáveis pela corrente elétrica, que nada mais é que fluxo de elétrons livres.



GRANDEZAS ELÉTRICAS

A expressão grandeza elétrica, se aplica a todos os fenômenos de origem elétrica, que podem ser medidos. As principais grandezas elétricas são:

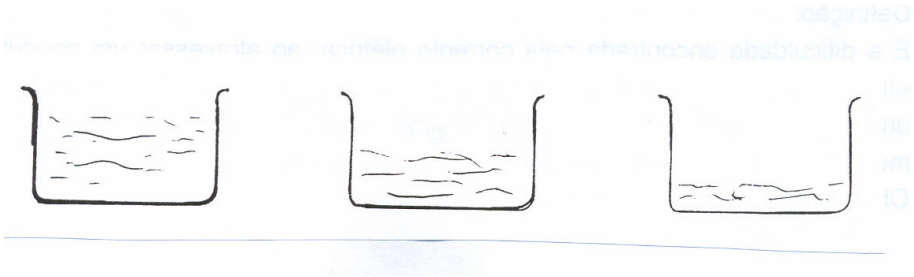
- Diferença de potencial ou tensão elétrica ou pressão elétrica ou voltagem;
- Corrente elétrica ou amperagem;
- Resistência elétrica;
- Potência elétrica.

Diferença de Potencial – D.D.P

Para se entender o que é diferença de potencial, devemos fazer as seguintes comparações:

- Considere um tanque cheio de água, como se fosse um corpo eletricamente negativo;
- Considere um tanque meio de água, como se fosse um corpo eletricamente neutro;
- Considere um tanque vazio, como se fosse um corpo eletricamente positivo;
- Faça a comparação do nível de água, entre os tanques (de dois em dois);
- Feito isso, considere o seguinte:

Quando houver diferença de nível de água nos tanques, haverá também diferença de potencial entre os corpos que os tanques estão representando.



Definição:
É a comparação entre dois corpos com potenciais elétricos diferente. A letra “E” maiúscula é usada ara simbolizar d.d.p. A unidade de medida padrão da D.D.P. é o volt. O instrumento de medição da D.D.P. é o voltímetro.
Obs: E = 220v, lê-se tensão igual à 220 volts.

Corrente Elétrica

Para se entender o que é corrente elétrica, basta comparar a vazão da água que passa por dentro de um cano que está interligando dois tanques com níveis de água diferentes.

Definição:
É a passagem de elétrons, por um material condutor, quando este condutor está interligando dois corpos com potenciais elétricos diferentes. A letra “I” maiúscula é usada para simbolizar a corrente elétrica. A unidade de medida padrão da corrente elétrica é o AMPER. O instrumento de medição da corrente elétrica é o AMPERÍMETRO.

I = 10 A, lê-se: corrente elétrica igual a 10 àmperes

Para existir corrente elétrica é necessário que o equipamento esteja ligado e em funcionamento.

Resistência

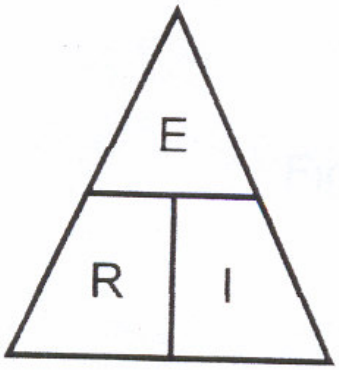
Definição:
É a dificuldade encontrada pela corrente elétrica, ao atravessar um condutor elétrico, a letra R maiúscula é usada para simbolizar a resistência elétrica. A unidade de medida da resistência é o OHM (Ω). O instrumento usado para medir a resistência é o ohmímetro;
Obs.: a resistência é o inverso da condutância.

LEI DE OHM

A lei de ohm determina a relação entre, tensão, resistência e corrente elétrica em um circuito.

R – Resistência em OHM (Ω)
E – Tensão em Volt (V)
I – Corrente em àmperes (A)

A corrente de um circuito é diretamente proporcional à tensão e inversamente proporcional à resistência.



$$R = \frac{E}{I}$$

$$R = I.R$$

$$I = \frac{E}{R}$$

CIRCUITO ELÉTRICO

É o caminho fechado por onde circula a corrente elétrica.

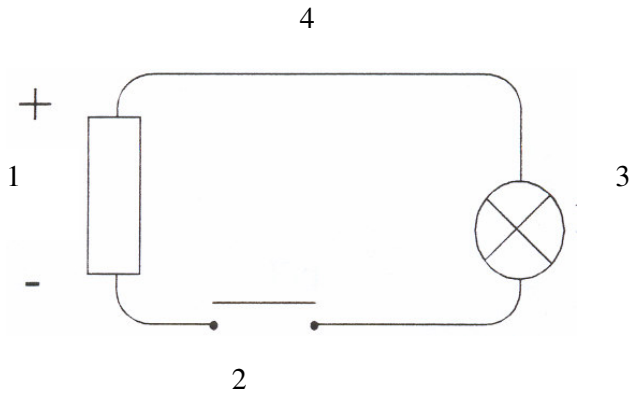
Os componentes dos circuitos elétricos são:

1. Fonte Geradora:
É o componente responsável por criar e manter a D.D.p do circuito, para haver circulação de corrente no circuito. Ex. pilha, bateria, gerador.

2. Dispositivo de Manobra:
Tem a finalidade de ligar e desligar o circuito, podendo ser de manobra ou de proteção. Ex: interruptor, disjuntor, chave faca.

3. Aparelho Consumidor:
É o componente responsável pela transformação da energia elétrica em outra forma de energia. Ex: lâmpada, ventilador, cigarra, etc.

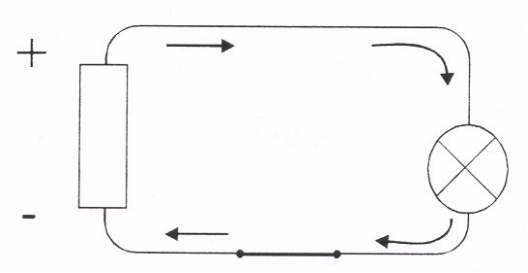
4. Condutor:
Tem a finalidade de conduzir a corrente elétrica, é o condutor quem liga todos os componentes do circuito. Ex: fio, cabos, cordão paralelos, cordão trançado, barra, etc.



FUNCIONAMENTO DO CIRCUITO ELÉTRICO

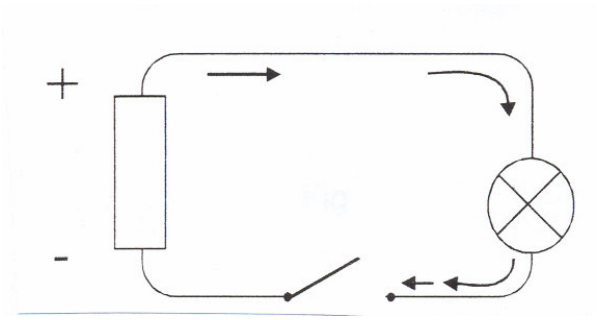
Circuito Fechado

É quando a corrente elétrica está percorrendo o circuito, e o aparelho consumidor está funcionando. Neste caso dizemos que o circuito tem continuidade.



Circuito Aberto

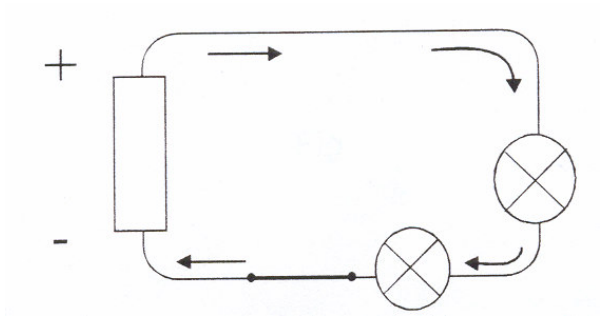
É quando o circuito está interrompido, seja por um dispositivo de manobra ou por uma interrupção acidental (queima do aparelho consumidor, quebra de um condutor). Neste caso dizemos que o circuito está sem continuidade.



TIPOS DE CIRCUITO ELÉTRICO

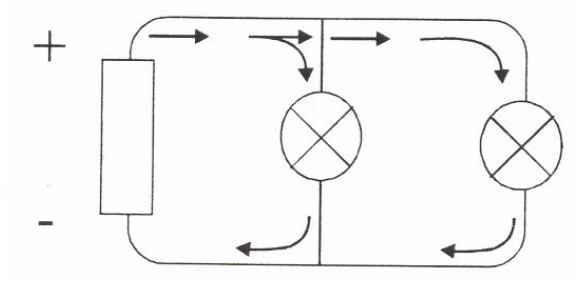
Circuito em Série

Neste tipo de circuito a corrente elétrica possui um único caminho para percorrer, e os aparelhos condutores são ligados de tal maneira, que um depende do outro para funcionar.



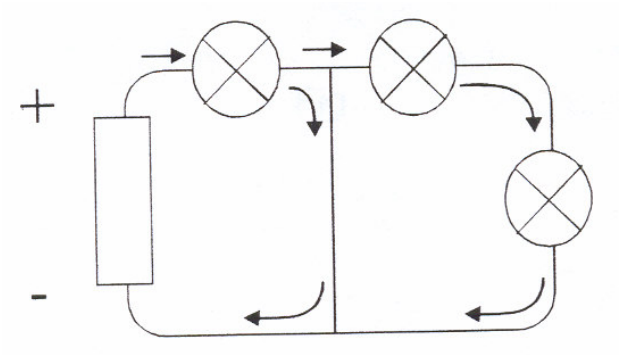
Circuito Paralelo

Neste tipo de circuito a corrente elétrica tem vários caminhos para percorrer e os aparelhos consumidores não dependem do outro para funcionar.



Circuito Misto

É um circuito onde parte dos condutores é ligada em série, e a outra parte dos consumidores são ligados em paralelo.

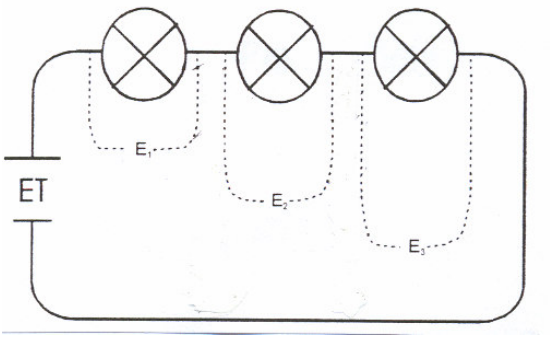


COMPORTAMENTO DA TENSÃO

1. No Circuito em Série

A tensão da fonte geradora é igual a soma da tensão dos consumidores.

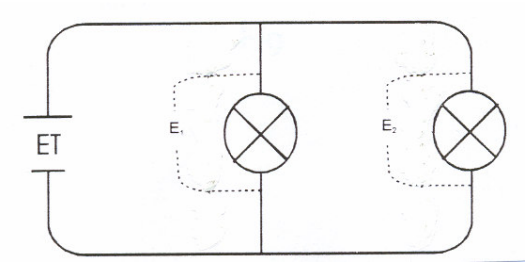
Et = E1+E2+E3+...+En



2. No Circuito Paralelo

A tensão da fonte geradora é igual a tensão dos consumidores.

Et = E1 = E2 = E3 = ... = ... Em

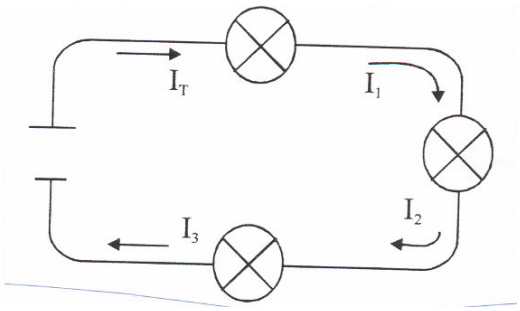


COMPORTAMENTO DA CORRENTE

1. No Circuito em Série

A corrente que sai da fonte geradora é igual a que passa nos consumidores.

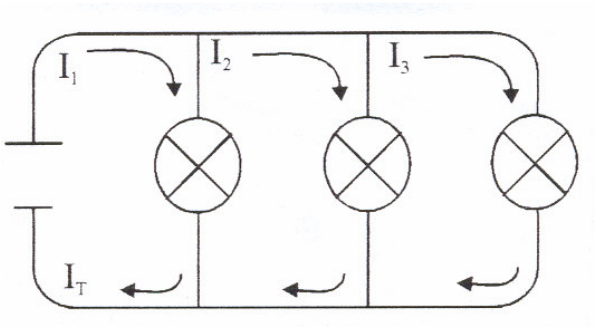
IT = I1 = I2 = I3 = ... = In



2. No Circuito Paralelo

A corrente que sai da fonte geradora é igual a soma da corrente que passa nos consumidores.

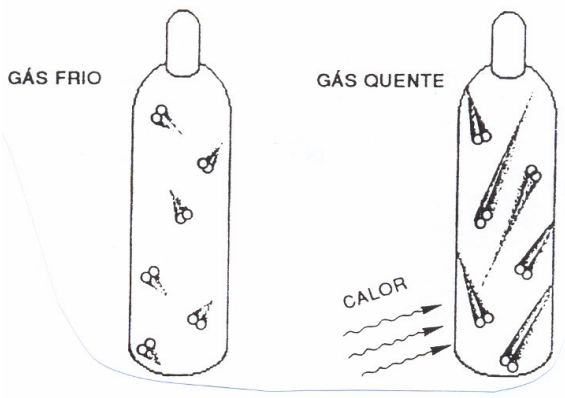
IT = I1 + I2 + I3 + ... + In



ENERGIA TÉRMICA

Este tipo de energia nos interessa de um modo especial. Todo o sistema de refrigeração se baseia em transporte de energia térmica. Imagine um recipiente contendo um gás. Se pudéssemos ver as microscopias moléculas do gás, perceberíamos que elas se movimentam ao acaso com grandes velocidades (as moléculas do ar que respiramos têm uma velocidade média de quase 1.000km/h.).

Esse movimento denominado de agitação térmica se dá ao acaso e em todas as direções. Daí a característica dos gases serem voláteis.



Se aquecermos o gás, a energia que ele recebe é transformada em energia cinética microscópica de suas moléculas. Quanto mais quente o gás ficar, mais depressa suas moléculas se movimentarão. Como vimos, então, a energia térmica é uma forma de energia cinética microscópica. Apesar de o corpo como um todo poder estar parado, ao receber energia térmica, suas moléculas passarão a ter uma maior energia cinética.

Mais tarde veremos como esta noção é importante para evitarmos confusões entre os conceitos de calor e temperatura.

Existem outras formas e manifestações de energia na natureza, mas as que discutimos até aqui são suficientes para entendermos os conceitos relativos à refrigeração.

Um segundo fato muito importante relativo à energia é:

- Energia não pode ser criada nem destruída!

Isso significa que, num sistema fechado que não recebe nem fornece energia para o exterior, a quantidade total de energia permanece constante.

As máquinas nada mais são do que transformadores de energia. Lembre-se, porém que nenhuma máquina é capaz de “produzir” energia ou de fazer energia “sumir”.

Toda vez que você obtém algum tipo de energia de uma máquina, com certeza houve alguma fonte a partir da qual esta energia foi produzida.

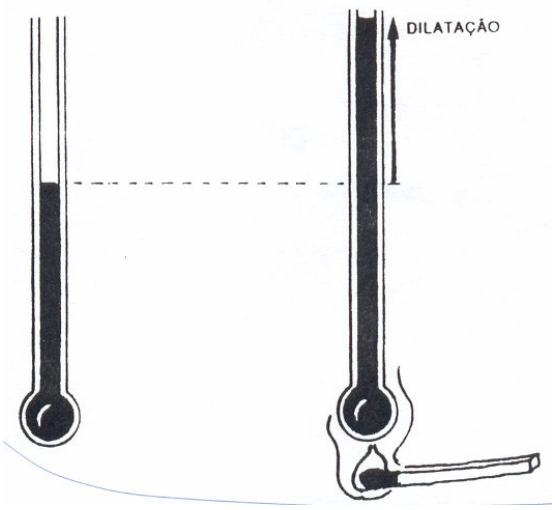
TEMPERATURA

Como já vimos, quando fornecemos energia térmica a um corpo, suas moléculas aumentam a agitação térmica. Conseqüentemente aumenta a sua energia cinética média. Toda esta agitação, porém, não é visível a olho nu. Apesar disso, podemos perceber, com um dos nossos sentidos, o aumento do movimento das moléculas.

Se encostarmos a mão no corpo, nossa pele sente que ele ficou mais quente. Dizemos, então, que aumentou sua temperatura.

Podemos então dizer que a temperatura é a medida indireta do grau de agitação térmica das partículas de um corpo. Como a ”sensação” de quente ou frio dada pelos nossos sentidos não é muito confiável (muda de pessoa para pessoa), a temperatura deve ser medida com um instrumento denominado termômetro. Por enquanto não entraremos em detalhes sobre os vários tipos de termômetros; basta saber que eles permitem medir a temperatura por uma característica física de determinadas substâncias que alteram o volume quando a temperatura muda.

Por exemplo, existem algumas substâncias como o mercúrio, que sofrem uma dilatação (aumento de volume) ao serem aquecidas. Medindo numa escala de quanto aumentou o volume do mercúrio contido no bulbo de um termômetro, podemos medir a temperatura a que ele se encontra.



MUDANÇA DE ESTADO

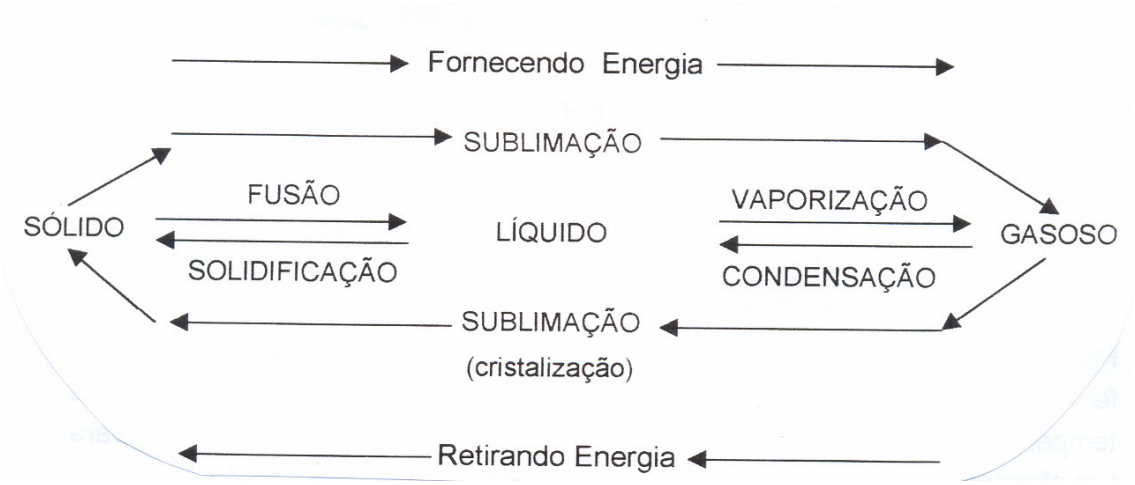
Como já vimos, a matéria é constituída de átomos – moléculas. Quando estas partículas estão ligadas entre si de maneira tão forte que não permitem mudanças de forma do material, dizemos que ele está no estado sólido.

Para desfazermos estas ligações, devemos fornecer energia ao corpo. Assim fazendo, os laços rígidos entre as partículas se enfraquecem e, apesar de o material continuar agregado, elas passam a "escorregar" umas em relação às outras. O material não consegue mais manter uma forma própria, assumindo a do recipiente que o contém. Neste caso, dizemos que o material está no estado líquido.

Se continuarmos a fornecer energia térmica ao material, as ligações entre as partículas ficam ainda mais fracas e passam a se mover livremente pelo espaço a seu redor. Neste caso, dizemos que o material está no estado de vapor ou gasoso.

ESTADO	FORMA	VOLUME
Sólido	Própria	Próprio
Líquido	Do recipiente	Próprio
Gasoso	Do recipiente	Do recipiente

As mudanças de estado de agregação recebem nomes particulares:

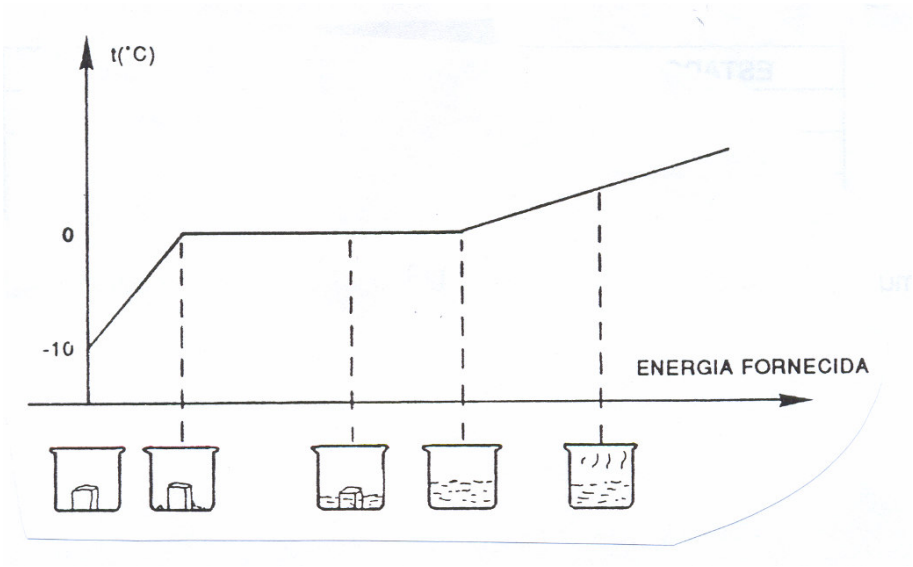


Para cada substância, as mudanças de estado ocorrem em temperaturas fixas, desde que não se altere a pressão.

Se você fornecer energia térmica a um bloco de gelo que estava, por exemplo, a –10ºC, notará o gelo aquecer até que sua temperatura cheque a 0ºC. Neste momento, todo fornecimento de energia térmica será usado, não mais para aumentar a temperatura, mas sim para desfazer as ligações que mantêm o gelo sólido.

Notamos que o gelo começa a fundir, mas o fornecimento adicional de energia não resultará em aumento da temperatura. Enquanto todo o gelo não se transformar em água, a temperatura do sistema se manterá em 0ºC.

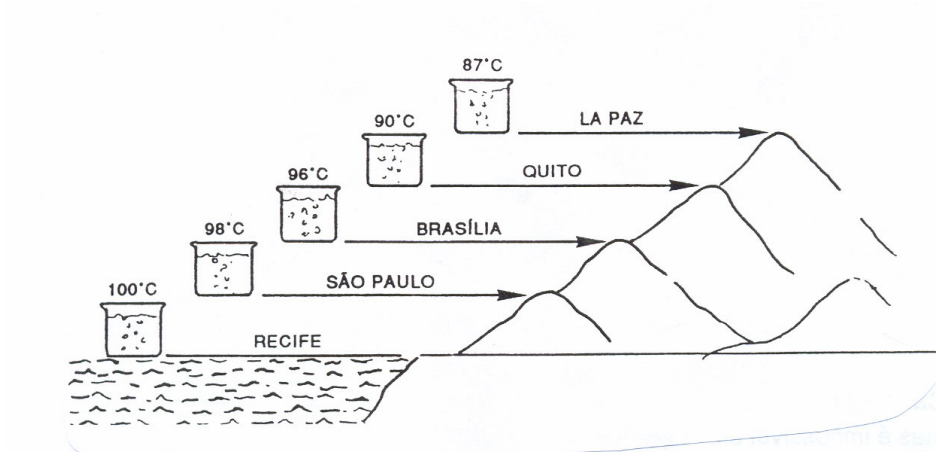
Só depois de completada a fusão é que a energia adicional que estamos fornecendo será consumida para o aumento da energia cinética das moléculas da água. A partir daí, a água resultante da fusão começará a aquecer, aumentando sua temperatura.



Fenômeno análogo ocorre na ebulição da água. Ao nível do mar ela começa a ferver aos 100ºC e, por mais que forneçamos energia ao sistema, a temperatura não passará disso: toda a energia está sendo consumida para transformar a água em vapor.

Se realizarmos esta experiência em uma cidade com maior altitude, veremos que a temperatura de ebulição se mantém fixa, mas num valor menor.

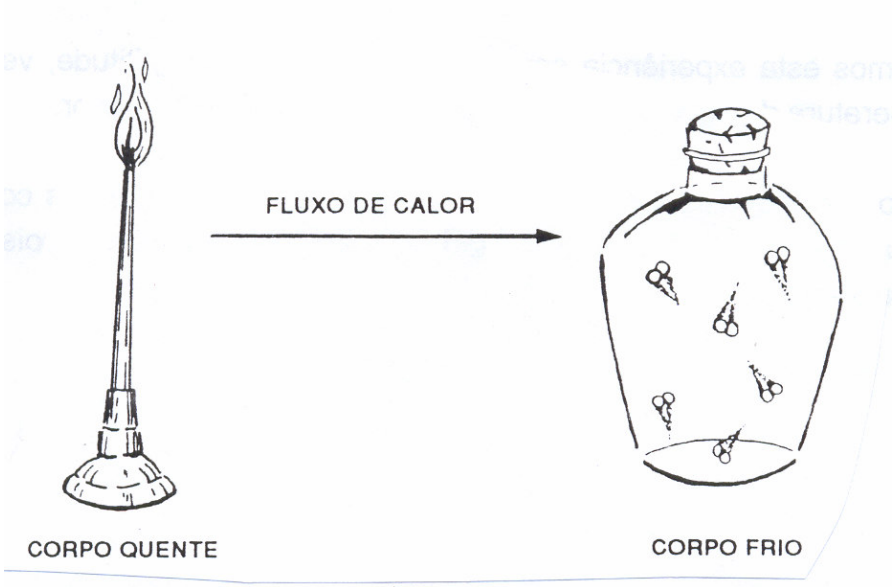
O macarrão, por exemplo, só cozinha acima dos 94ºC. Se tentarmos cozinhar macarrão em La Paz, na Bolívia, obteremos uma gosma intragável, pois neste local a água ferve 87ºC.



CALOR

Quando colocarmos um corpo quente em contato com um corpo frio, notamos, depois de um certo tempo, que eles atingem um equilíbrio térmico, ou seja, passam a ter a mesma temperatura.

Há uma transferência de energia térmica do mais quente para o mais frio. A energia que, por causa da diferença de temperatura, foi transferida de um corpo para o outro, é denominada calor.



Antes de continuarmos, é importante fazer duas observações:

- Calor é energia em trânsito: um corpo pode “receber calor” ou “ceder calor”, mas é impossível um corpo “ter calor”;

- Calor vai sempre do corpo de maior temperatura (mais quente) para o de menor temperatura (mais frio). Isso não significa que ele seja obrigado a ir do que tem mais energia ara o que tem menos energia.

Se você entrar numa piscina de água fria, o calor irá do seu corpo para a água. No entanto, se somarmos toda energia cinética das moléculas de água, veremos que o total é bem maior do que a energia cinética das moléculas do seu corpo. O que interessa é que suas moléculas têm maior energia cinética média.

Nem sempre o corpo que tem maior temperatura tem maior energia total. O que é maior é a energia média (por molécula).

UNIDADE DE CALOR

Por motivos históricos, apesar de o calor ser uma forma de energia, ele não costuma ser medido em joules, mas sim em calorias.

Calorias (cal)

Uma caloria é definida como sendo a quantidade de calor que devemos ceder a um grama de água para fazer sua temperatura subir de 1ºC. A correspondência entre o joule e a caloria é:

- 1 caloria = 4,18 joules

Quilocaloria (kcal)

Usa-se muito, também, a quilocaloria (kcal), equivalente a 1.000 cal. A quilocaloria é a quantidade de calor que produz a elevação de 1ºC na temperatura de 1kg de água.

British Thermal Unit (BTU)

Nos países de lingual inglesa é muito freqüente a utilização desta unidade para se medir quantidade de calor. Uma BTU é definida como sendo a quantidade de calor necessária para elevar de 1º F a temperatura de uma libra de água. A correspondência aproximada entre a kcal e a BTU é:

- 1 kcal = 4 BTU

EFEITOS DO CALOR

Podemos perceber o fato de um corpo estar recebendo ou cedendo calor, através de 2 possíveis efeitos:

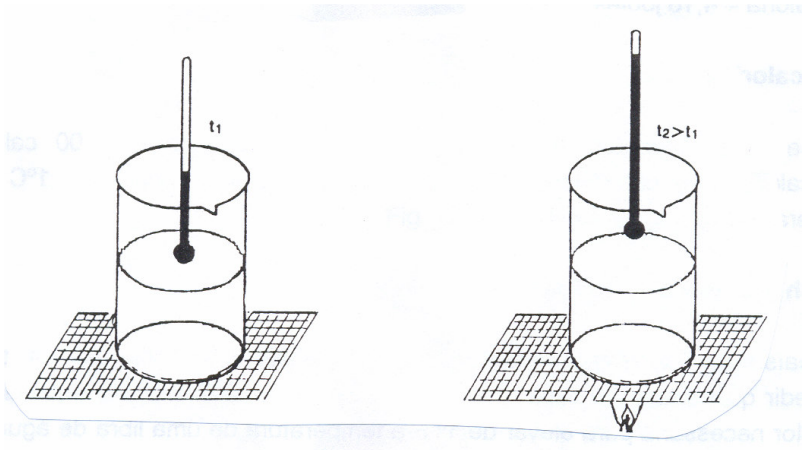
- Mudança de temperatura;
- Mudança de estado de agregação.

Quando a troca de calor produz uma alteração na temperatura do corpo, chamamos este calor de calor sensível e ele pode ser medido pela equação:

Qs = M C AT

Onde:

- Qs Quantidade de calor medida em cal
- m Massa do corpo medida em g
- T Variação da temperatura em ºC
- C Calor específico, característico da substância que compõe o corpo, medido em cal/gºC

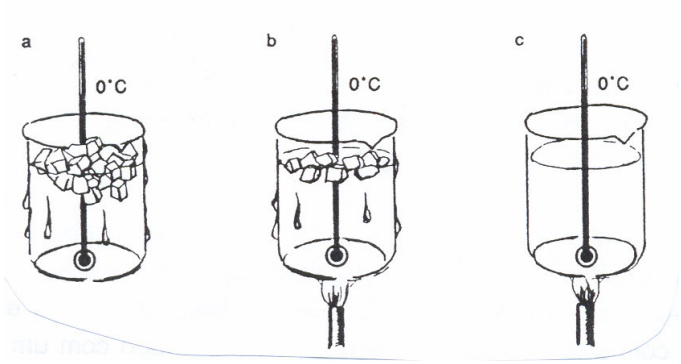


Quando a troca de calor produz uma alteração no estado de agregação do corpo, chamamos este calor de calor latente e ele pode ser medido pela equação:

- $Q_L = mL$

Onde:

- Q_L Quantidade de calor medida em cal
- m Massa do corpo medida em g
- L Calor latente, característico da substância que compõe o corpo e da mudança de fase, medido em cal/g



Com base no conceito de calor latente, existe uma unidade muito usada em refrigeração que é a tonelada de Refrigeração, definida como sendo a quantidade de calor absorvida pela fusão de uma tonelada de gelo inicialmente a 0ºC em 24h.

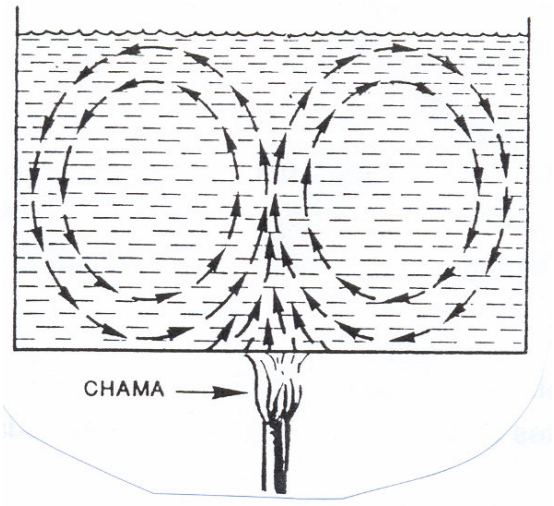
Note que:

- 1 TR = 12.000 BTU/h

PROCESSO DE TRANSMISSÃO DE CALOR

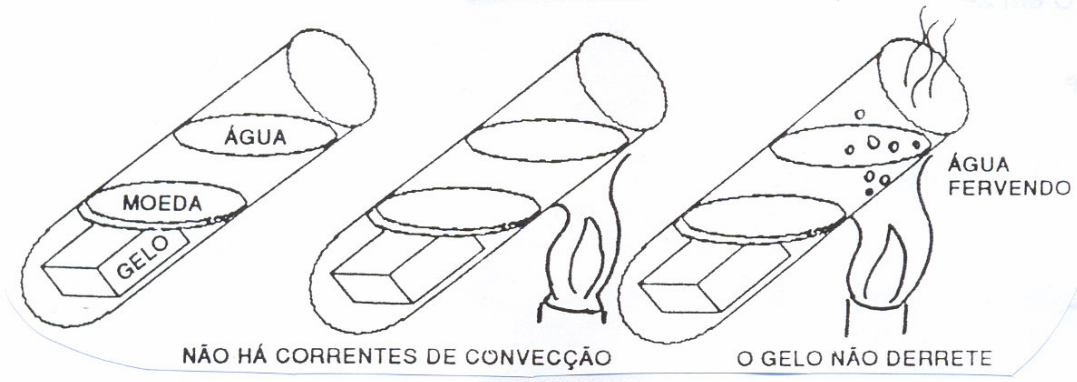
Convecção

Quando aquecemos uma porção de um fluido (gás ou líquido), ele expande tornando-se menos denso que o restante. Com isso, a parte ainda fria e mais densa tem a tendência a descer, deslocando a porção aquecida para cima. Com isso se estabelecem, no fluido, correntes denominadas **Correntes de Convecção** que se encarregam de transportar o calor de um ponto a outro do fluido.



Com base neste fenômeno, por exemplo, é que se coloca a fonte quente na parte inferior (como num forno) ou a fonte fria na parte superior (como na geladeira).

Para perceber a importância das Correntes de Convecção, podemos realizar uma experiência simples: coloque num tubo de ensaio de pirex um bloco de gelo, mantendo-o embaixo com um pequeno peso (uma moeda, por exemplo) e encha o tubo com água. Aqueça a parte superior do tubo com um bico de gás.

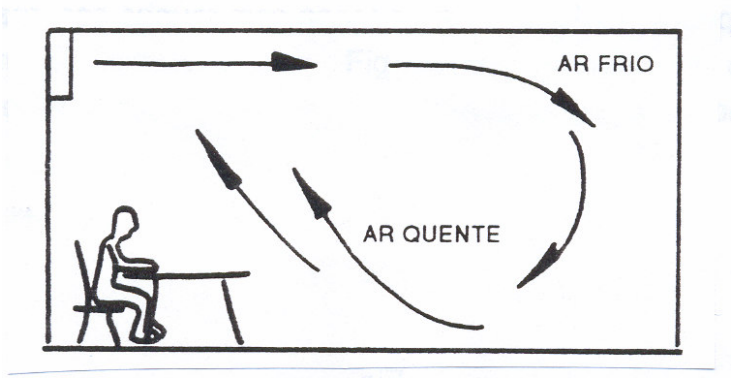


Após um certo tempo, a água na parte superior do tubo começará a ferver sem que o gelo derreta.

Isso ocorre porque a água é um mau condutor e as correntes de convecção não são geradas, pois a fonte quente está na parte superior do tubo.

Numa geladeira abarrotada, o excesso de materiais nas prateleiras pode bloquear as Correntes de Convecção em seu interior (ar frio descendo a partir do congelador e ar quente subindo). Neste caso a geladeira deixa de funcionar a contento: gelo se formando na parte superior e alimentos se estragando na inferior.

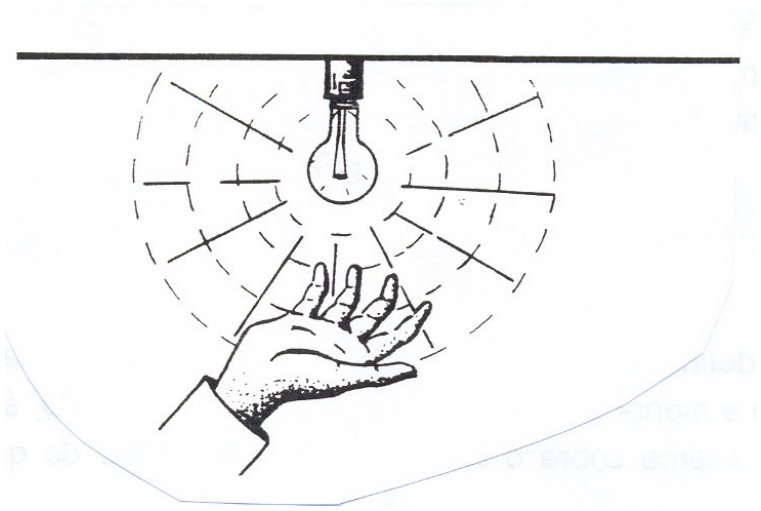
Num esquema de refrigeração de um ambiente, o esquema ideal e que produz o máximo de correntes de convecção, deve prever a entrada do ar frio na parte superior.



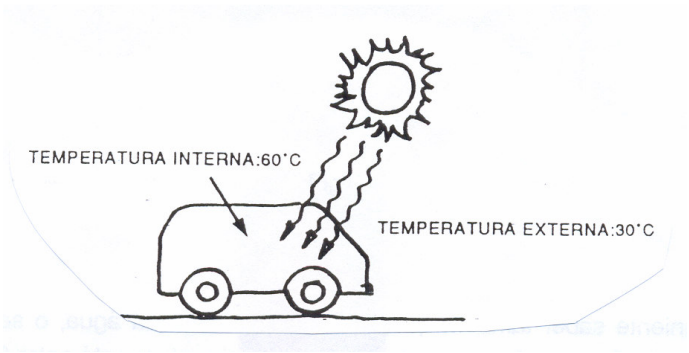
É conveniente saber também que, no caso particular da água, o sentido das Correntes de Convecção se inverte quando a temperatura está entre 0ºC e 4ºC: a água a 2ºC, por exemplo, é mais densa do que a 3ºC. É por este motivo que se colocarmos um copo com água no congelador de uma geladeira, o gelo se formará de cima para baixo e não de baixo para cima, como seria de se esperar.

Radiação

Todo corpo quente emite uma radiação invisível que tem a mesma natureza da luz ou das ondas de rádio. Trata-se de uma onda eletromagnética, na faixa do infravermelho, que pode se propagar, até mesmo, no vácuo.



O calor que recebemos do sol, por exemplo, é transmitido por radiação. Os corpos pretos têm maior facilidade em receber ou emitir calor por radiação. É por esta razão, por exemplo, que uma pessoa com roupas escuras, no sol sofre mais os efeitos do calor do que uma de roupas claras. Da mesma forma, quando queremos que um corpo irradie calor mais facilmente, o pintamos de preto.



No projeto de sistema de refrigeração de edifícios muito envidraçados, este efeito deve ser levado em consideração, pois produz uma elevação considerável na temperatura interior.

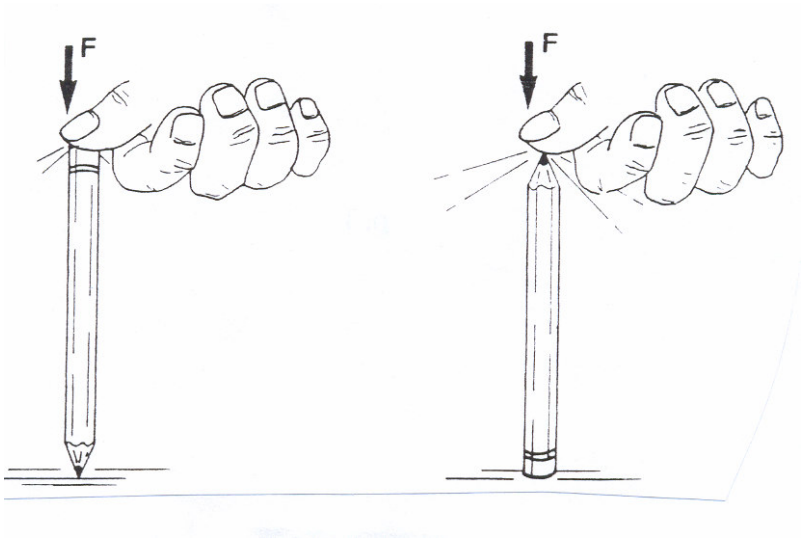
PRESSÃO

Definição:
Pressão é uma grandeza física que mede a relação entre a força aplicada perpendicularmente a uma superfície e a área desta superfície:

$$p = \frac{F}{A}$$

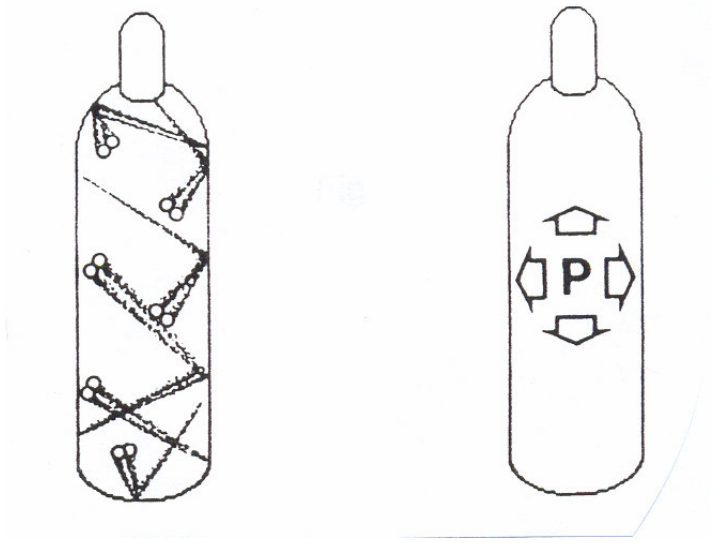
Pela própria definição, podemos perceber que a pressão é tanto maior quanto maior a força e menor a área. Por esta razão, por exemplo, é que uma mulher de salto alto exerce sobre o chão uma pressão maior do que a pata de um elefante.

Se calcarmos o dedo contra a ponta de um lápis, sentiremos alguma dor. Se aplicarmos a mesma força sobre o outro lado do lápis, deixaremos de sentir dor pois, sendo a área maior, a pressão será menor.

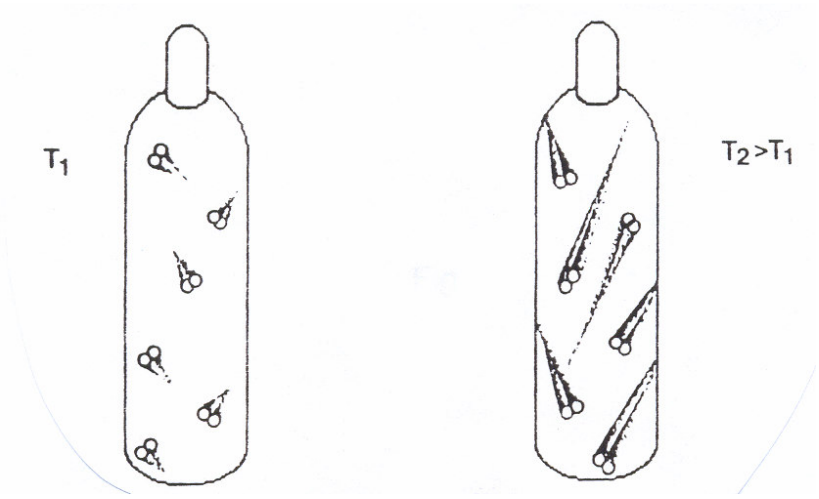


Pressão de um Gás

Quando um gás está contido num recipiente, o choque de suas moléculas sobre as paredes do recipiente produz a ação de uma força, responsável pela pressão do gás.



Se aumentarmos a temperatura do gás, elevará a agitação térmica de suas moléculas e os choques com as paredes serão mais violentos. Conseqüentemente teremos um aumento da pressão.

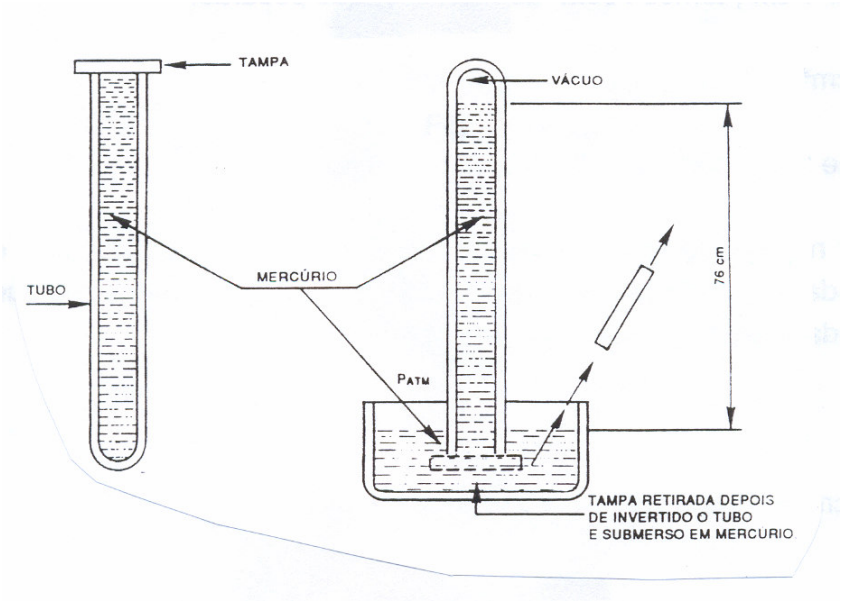


Analogamente, se o gás estiver contido num cilindro de êmbolo (pistão) e produzirmos uma rápida compressão no mesmo, reduzindo seu volume, teremos um aumento de pressão e temperatura.

PRESSÃO ATMOSFÉRICA

A própria atmosfera, sendo constituída de gases cujas moléculas se agitam termicamente, exerce uma certa pressão. Esta pressão foi medida pela primeira vez pelo cientista italiano Evangelista Torricelli, realizando a seguinte experiência:

Um tubo de aproximadamente 1m de comprimento de 1 cm² de área de secção, fechado numa das extremidades, foi cheio de mercúrio, um metal líquido na temperatura ambiente que pesa 0,0136 kgf por cm³. O tubo foi tampado e colocado de ponta cabeça num vaso também contendo mercúrio.



Ao destampar o tubo, sob o efeito de seu próprio peso, todo o mercúrio nele contido deveria escorrer para o vaso, esvaziando o tubo. Entretanto, Torricelli observou que o esvaziamento ocorria até se formar uma coluna de mercúrio de 76 cm de altura dentro do tubo. Este fato foi explicado da seguinte forma: a pressão atmosférica, agindo sobre a superfície livre do mercúrio no vaso, equilibra o peso do mercúrio no tubo, impedindo seu escoamento.

UNIDADES DE PRESSÃO

A partir desta experiência, Torricelli estabeleceu que a pressão atmosférica normal (1 ml) equivale à pressão exercida por 76 cm de mercúrio. Como o símbolo químico do mercúrio é Hg, podemos escrever que:

1 atm = 76 cm Hg = 760 mm Hg

Modernamente, 1 mm Hg (um milímetro de mercúrio) é também chamado de 1 Torr (em homenagem a Torricelli).

Um rápido cálculo permite verificar que numa coluna de 76 cm de altura, com uma base de 1 cm^2, temos 76cm^3 de mercúrio, que pesarão:

0,0136 kgf/cm^3 X 76cm^3 = 1,033 kgf

A pressão de 1 atm corresponde, portanto a 1,033 kgf/cm^2.

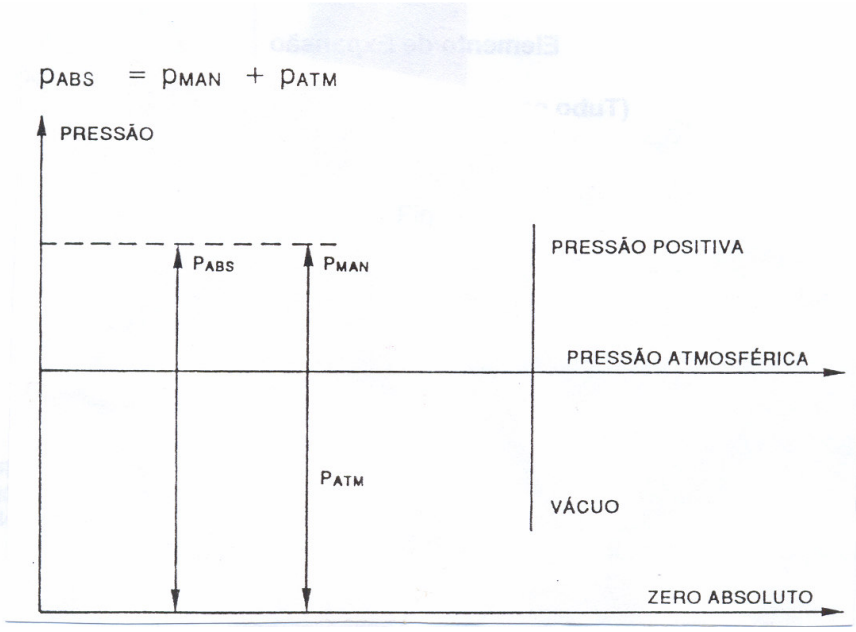
Para operar no sistema inglês, basta transformar kgf para libra (pound) e cm^2 para polegada quadrada (square inch), obtendo-se 14,7 lb/pol^2. Note que, em inglês, a unidade será pounds/square inch = psi.

Resumindo:

1 atm = 76 cm Hg = 760 Torr = 1,033 kgf/cm^2 = 14,7 psi.

PRESSÃO MANOMÉTRICA E PRESSÃO ABSOLUTA

Usando um manômetro (medidor de pressão) obteremos a chamada **Pressão Manométrica.** Note que ela não corresponde à pressão total (também chamada de pressão absoluta). Pois o manômetro marca valor **zero** quando a pressão é igual à pressão atmosférica. Para transformar pressão manométrica em pressão absoluta e vice-versa, basta usar a relação:



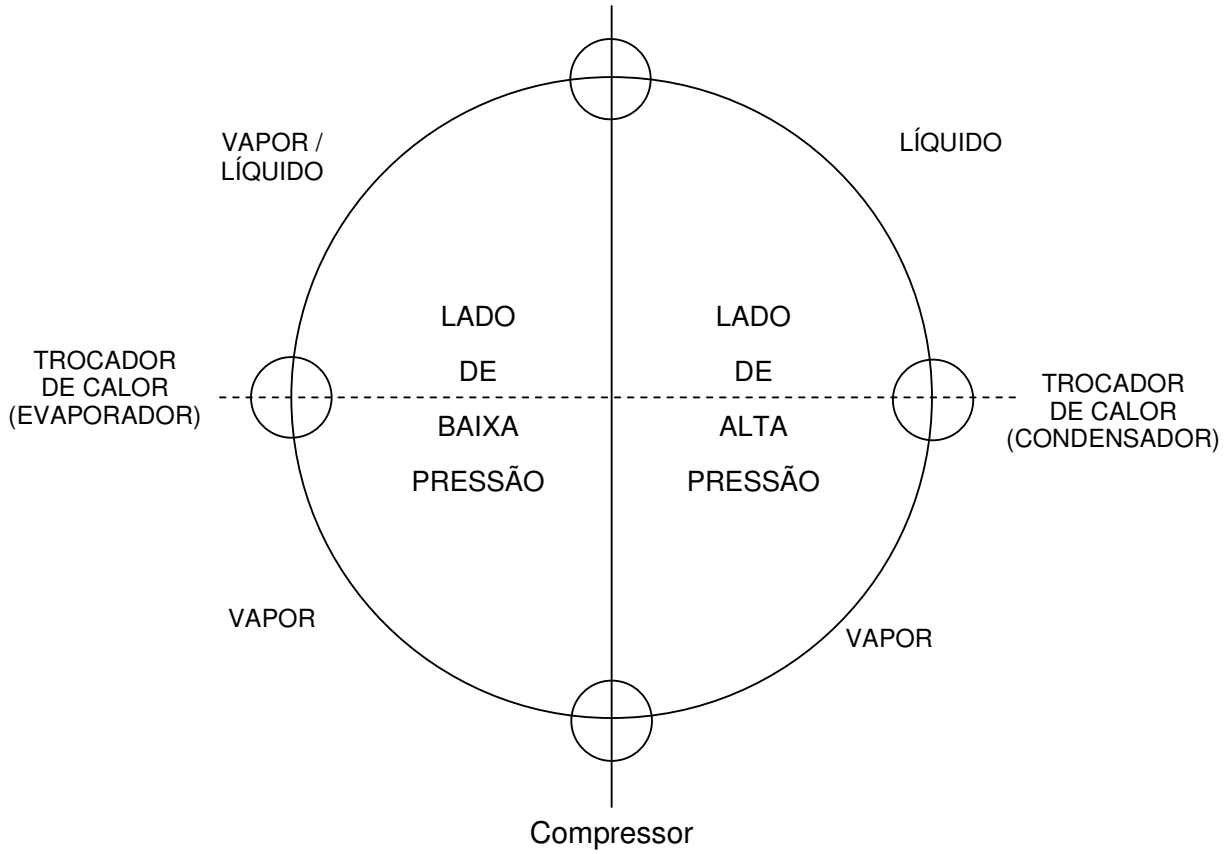
Note que a pressão manométrica pode ser positiva, quando mede pressões maiores que atmosférica ou negativa quando menores que a atmosférica.

O CICLO BÁSICO DE REFRIGERAÇÃO

O ciclo básico de refrigeração reúne propriedades que possibilitam seu trabalho, consistindo em variar a pressão, a temperatura e o estado físico de um fluído, para que haja uma troca de calor entre o sistema e o meio que o circunda.

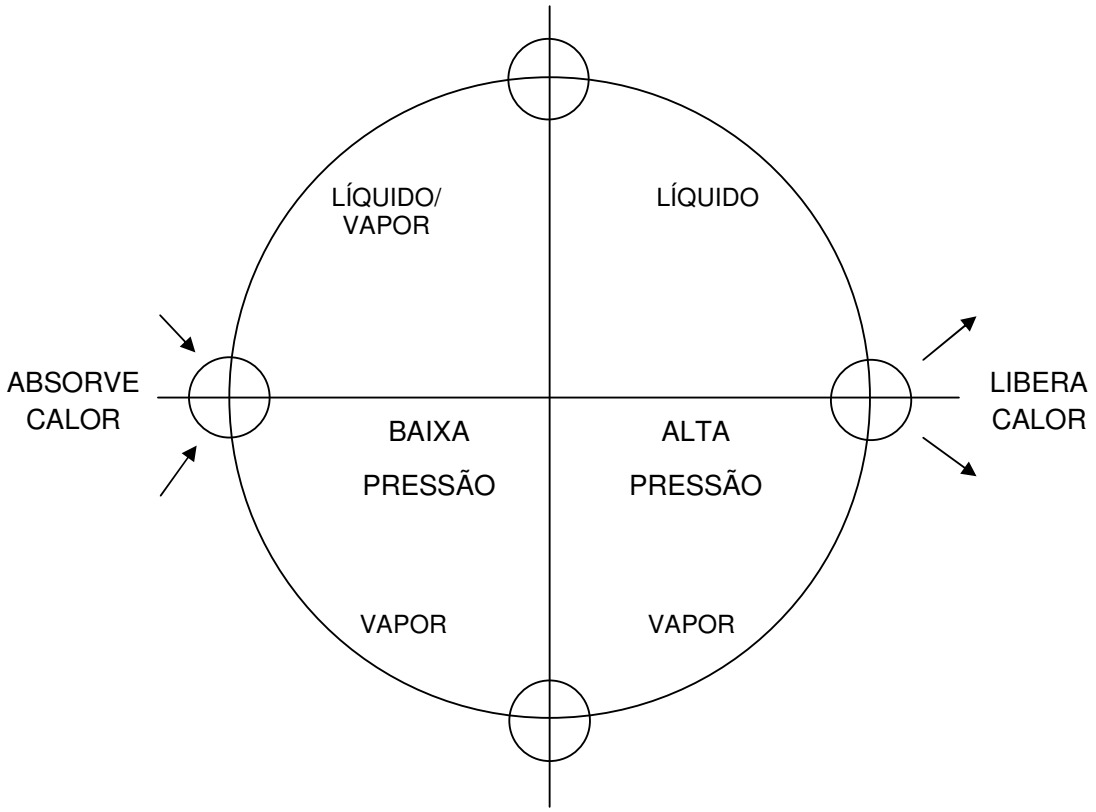
Elemento de Expansão

(Tubo capilar válvula de expansão)



Promove a expansão e controla o fluxo de refrigerante

Controla o Fluxo de Refrigerante



Comprime o fluído refrigerante

PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO DO CICLO DE REFRIGERAÇÃO

O gás refrigerante é aspirado pelo compressor através da válvula de aspiração e comprimido no cilindro, ocasionando uma pressão bem maior, passando em seguida através da linha de descarga, que o conduzirá ao condensador que fica situado no lado externo do ambiente a ser refrigerado.

O gás refrigerante, que se encontra em alta pressão e superaquecido, desprende o calor através das paredes dos tubos do condensador, aquecendo as aletas do mesmo. O ar que atravessa as aletas é expelido para o exterior do ambiente, mais quente, em virtude da troca de calor com as aletas.

O gás refrigerante perde assim uma grande quantidade de calor, passando do estado gasoso ao estado líquido e conduzido até o filtro de gás e em seguida ao tubo capilar.

O gás refrigerante sai do tubo capilar com pressão e temperatura bastante diminuída, entrando no evaporador. Como sabemos, pressões e temperaturas dos gases refrigerantes são diretamente proporcionais entre si.

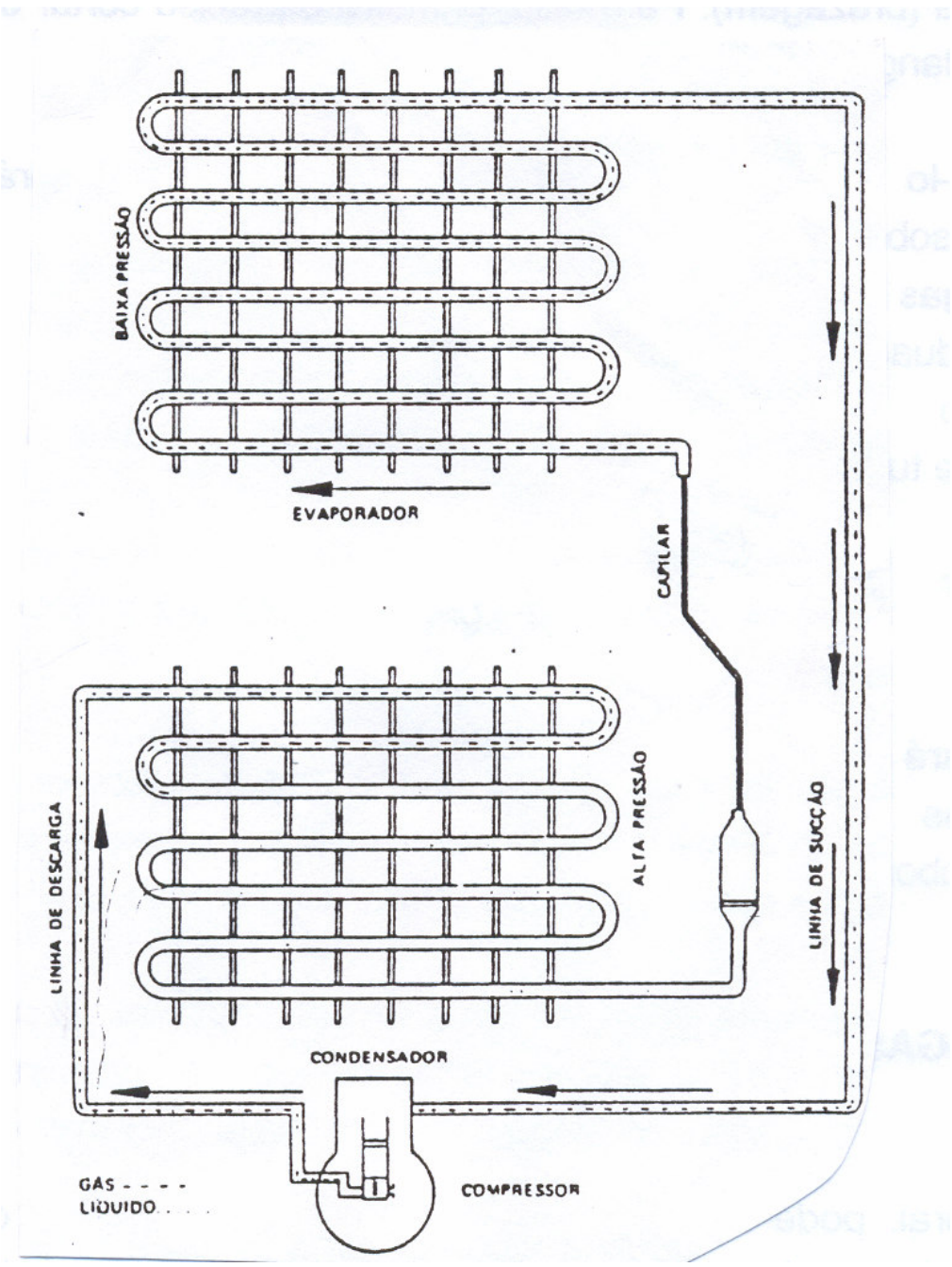
Quando o gás refrigerante entra no evaporador, encontra uma superfície aquecida, o que resultará a sua mudança de estado, passando do estado líquido para o estado gasoso, ao longo da tubulação do evaporador.

Qualquer mudança física de uma substância é acompanhada do calor latente e neste caso calor latente de vaporização. O gás refrigerante quando mudou de estado, absorveu muito calor antes que a sua temperatura se alterasse.

Conseqüentemente, o ar circulado através do evaporador cede calor para o gás refrigerante, diminuindo a temperatura ambiente.

Após atravessar o circuito do evaporador, o gás refrigerante entra na linha de sucção e volta ao compressor.

Princípio de Funcionamento do Condicionador de Ar



PREPARAÇÃO DE TUBOS

Nesta tarefa você vai preparar tubos para fazer junções, utilizando conexões de latão ou solda (brazagem). Para isso, primeiro é preciso cortar o tubo e depois alargá-lo ou flangeá-lo, conforme o tipo de junção a ser feita.

Para auxiliá-lo na execução desta tarefa, você receberá informações tecnológicas sobre:

- Metais e ligas metálicas
- Régua graduada
- Paquímetro
- Cortador de tubos
- Conexões
- Flangeador
- Alargador

Você executará as seguintes operações:

- Cortar tubos
- Expandir tubos

METAIS E LIGAS METÁLICAS

De modo geral, pode-se dizer que metal é uma substância que tem brilho próprio e conduz o calor e a corrente elétrica. Conheça, agora, alguns metais.

Cobre

O cobre é um metal muito usado na indústria. Tem cor avermelhada e é um bom condutor de eletricidade. Devido as suas propriedades de ser maleável e dúctil, isto é, flexível, pode ser estirado e transformado em fios. O cobre também é empregado na fabricação de chapas, barras, parafusos e diversas peças para uso na eletricidade, na telegrafia e na telefonia.

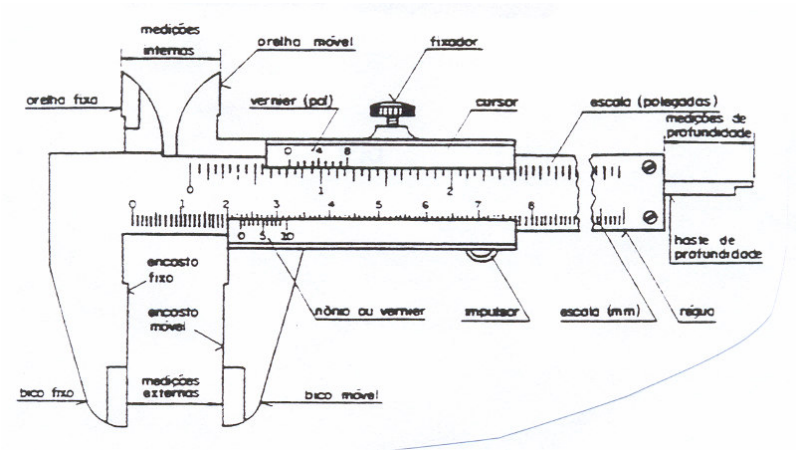
Para uso industrial o cobre se apresenta sob forma de vergalhão, chapa, fio e tubo. O vergalhão é indicado comercialmente pela medida de metro linear da seção ou perfil. O fio e a chapa são especificados pela fileira, que é um instrumento usado para verificar a espessura de um material. A fileira, ilustrada abaixo, possui aberturas com números – padrões que correspondem à espessura das chapas ou diâmetros dos fios.

PAQUÍMETRO

Paquímetro é um instrumento de precisão para tomar medidas lineares, ou seja, medidas que representem comprimento, largura e espessura das peças.

Permite a leitura de frações de milímetros e de polegadas por meio de uma escala chamada nônio ou verniê. A precisão do paquímetro varia: normalmente é de 0,05 mm, 1/128 “ou 0,001”.

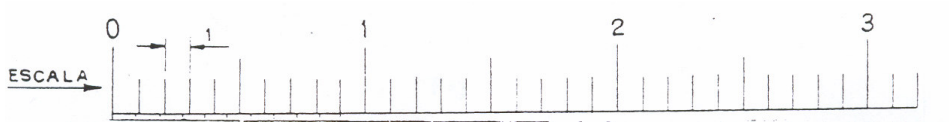
O paquímetro é composto de duas partes principais: corpo fixo e corpo móvel. O corpo móvel é chamado de cursor. É no cursor que fica a escala nônio. Observe na figura os componentes do paquímetro.



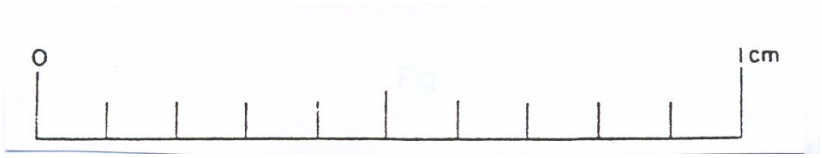
Paquímetro Milimétrico

Sistema Métrico Decimal

Valor de cada traço da escala 1 mm:



A graduação da escala consiste em dividir 1cm em 10 partes iguais.

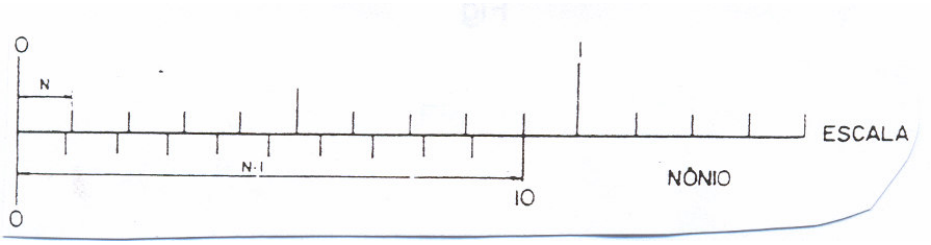


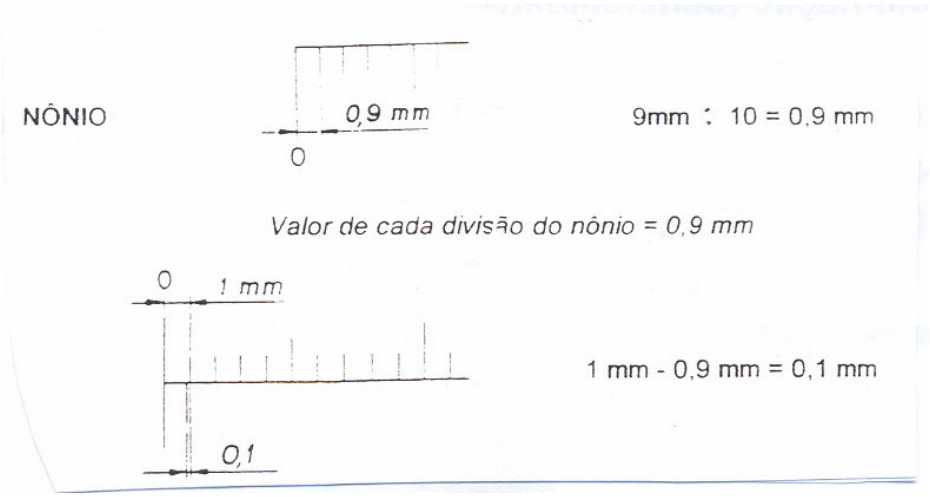
1 centímetro = 10 milímetros
1 cm = 10mm

Princípio do Nônio

A escala do cursor, chamada nônio (designação dada pelos portugueses em homenagem a Pedro Nunes, a quem é atribuída sua invenção) ou vernier (denominação dada pelos franceses em homenagem a Pierre Vernier, que eles afirmam ser o inventor), consiste na divisão do valor **N** de sua escala graduada fixa por N 1 (nº de divisões de uma escala graduada móvel.

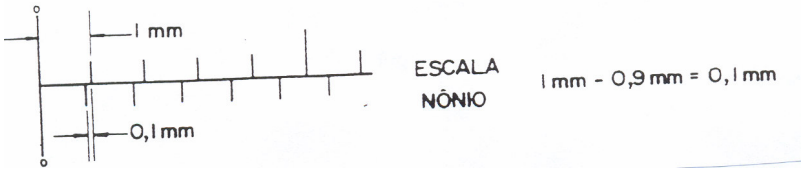
Comprimento total do nônio 9mm
Número de divisões do nônio - 10





Cada divisão do Nônio é menor 0,1 mm do que cada divisão da escala. Assim sendo, se fizermos coincidir o primeiro traço do nônio com o traço da escala, o paquímetro estará aberto 0,1 mm, coincidindo o segundo traço 0,2mm; o terceiro traço indicará uma abertura de 0,3mm, e assim sucessivamente.

Observando a diferença entre uma divisão da escala fixa e uma divisão do nônio, concluímos que cada divisão do nônio é menor 0,1mm do que cada divisão da escala fixa. Essa diferença é também a aproximação máxima fornecida pelo instrumento.



Cálculo de aproximação (sensibilidade)

Para se calcular a aproximação (também chamada sensibilidade) dos paquímetros divide-se o menor valor da escala principal (escala fixa), pelo número de divisões da escala móvel (nônio).

A aproximação se obtém, pois com a fórmula:

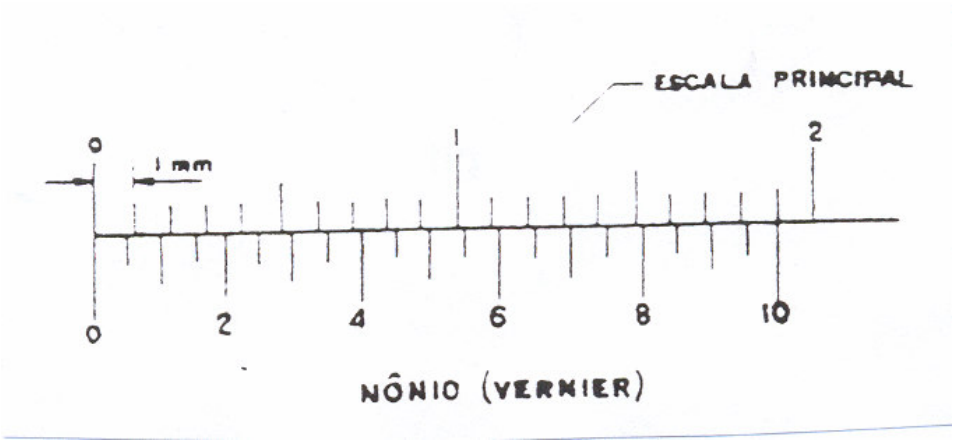
$$a = \frac{e}{n}$$

a = aproximação
e = menor valor da escala principal (fixa)
n = número de divisões do nônio (vernier)

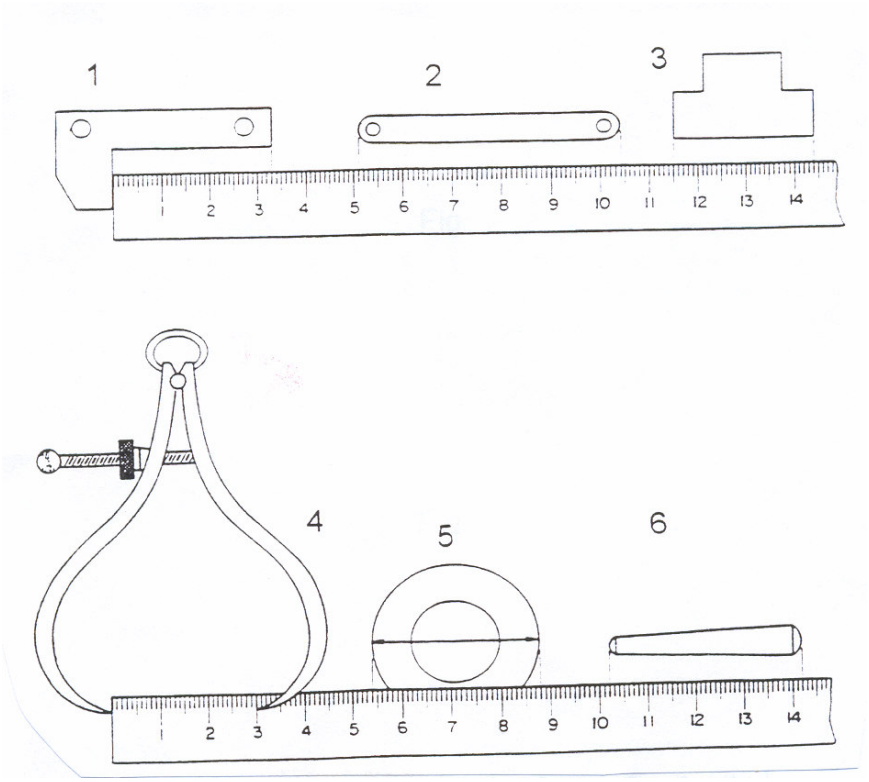
Exemplo:

e = 1mm
n = 20 divisões

$$a = \frac{1mm}{20} = 0{,}05mm$$



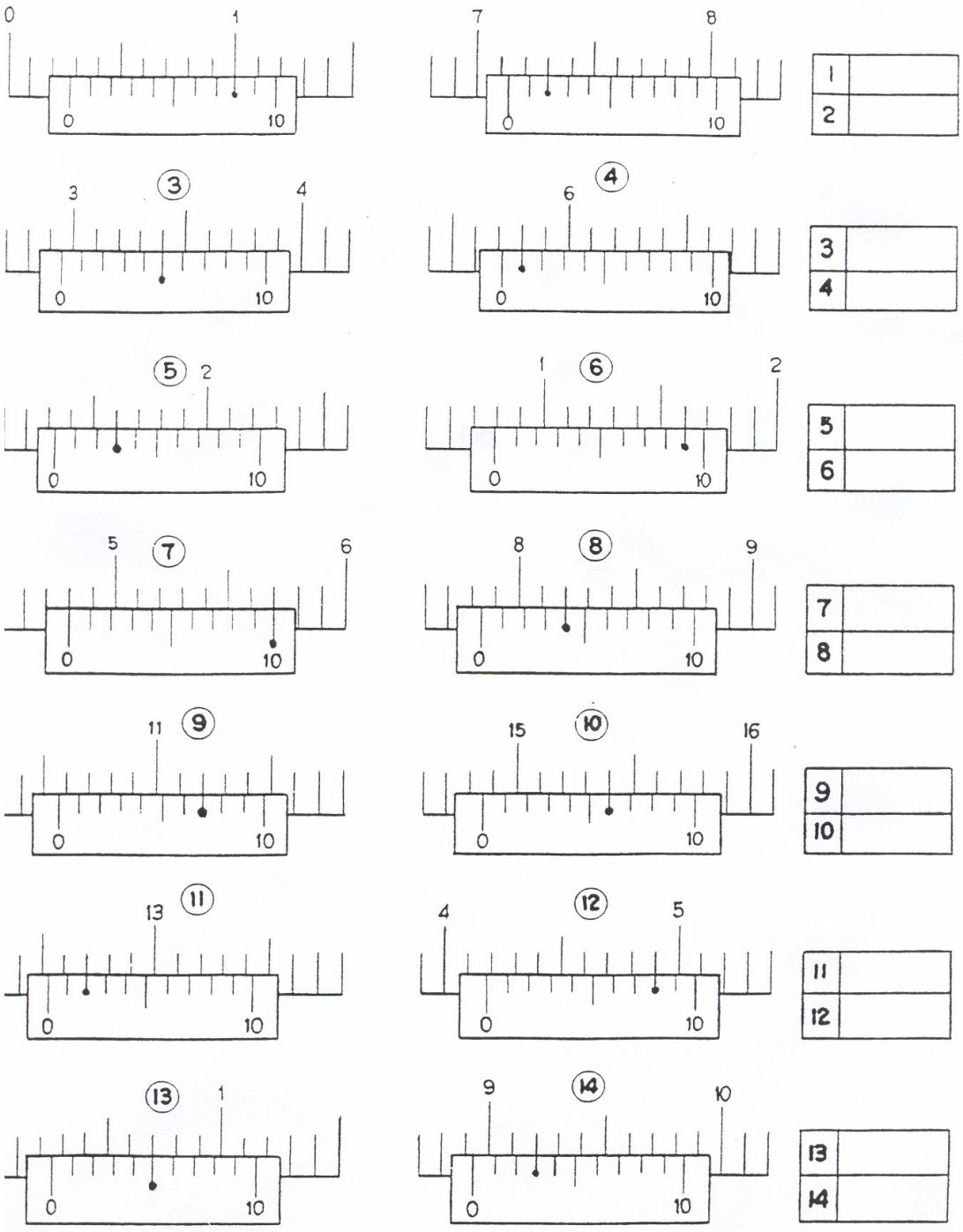
Régua Graduada (Sistema Métrico Decimal)



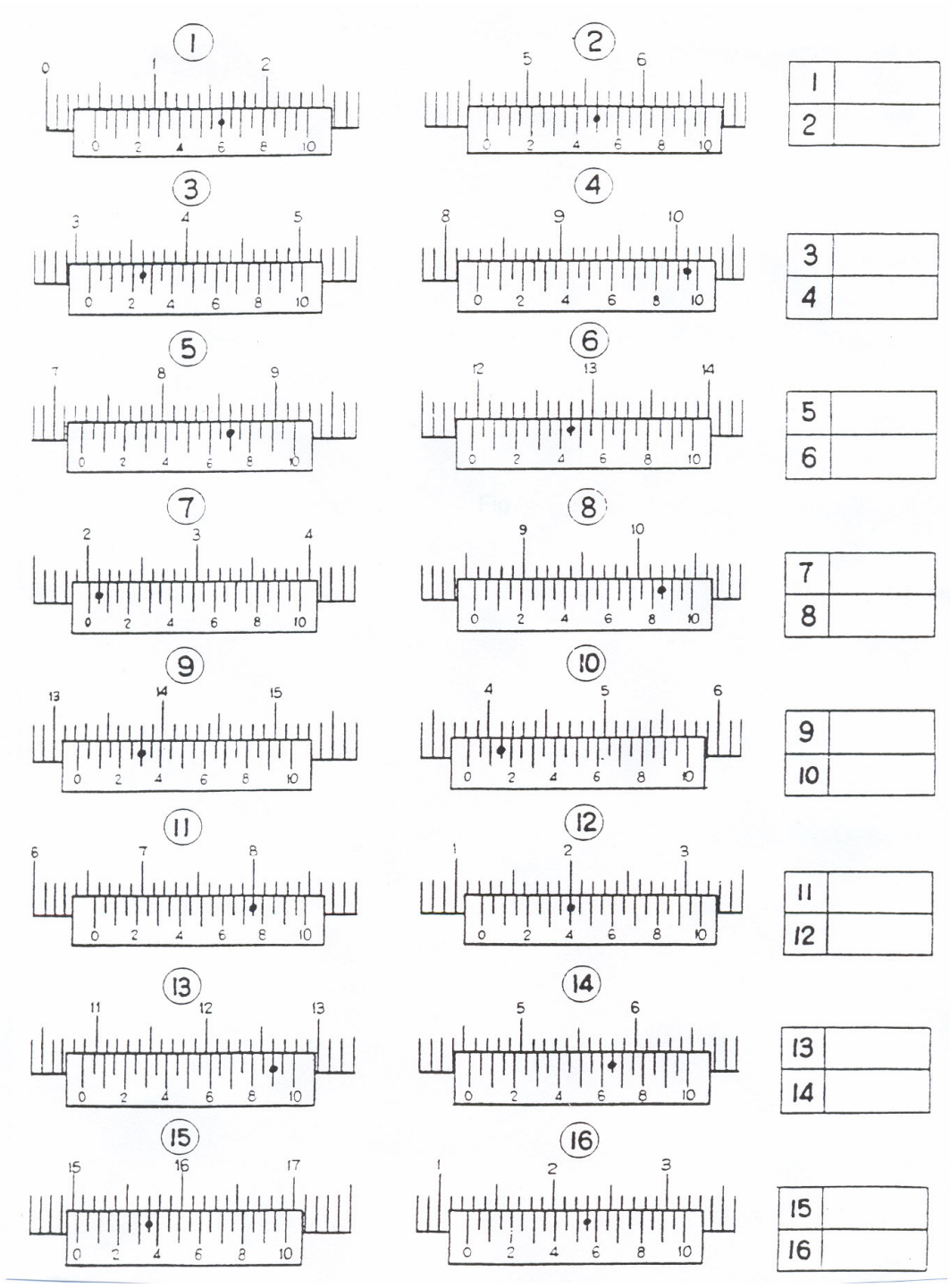
Respostas

1	2	3	4	5	6

Paquímetro (Sistema Métrico Decimal – Aprx. 0,1 mm)



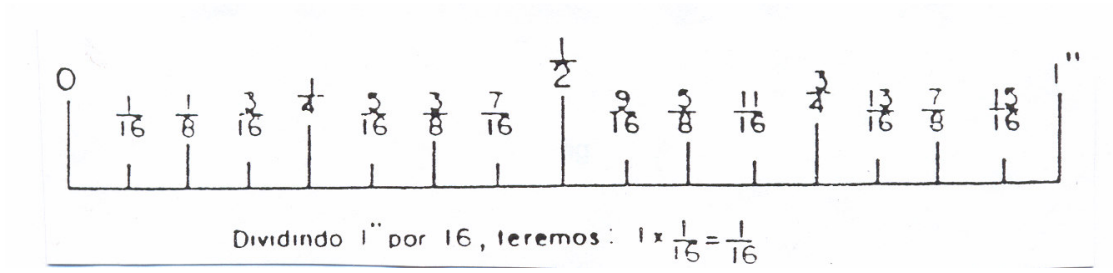
Paquímetro (Sistema Métrico Decimal – Aprox. 0,05mm)



Paquímetro com frações ordinárias de polegada

Sistema Inglês Ordinário

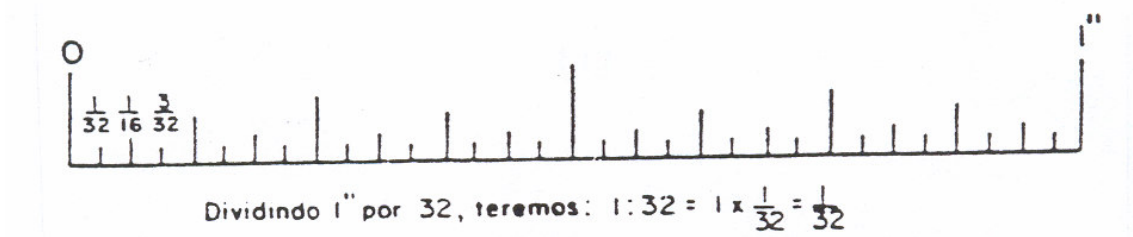
Valor de cada traço da escala $\frac{1}{16}$



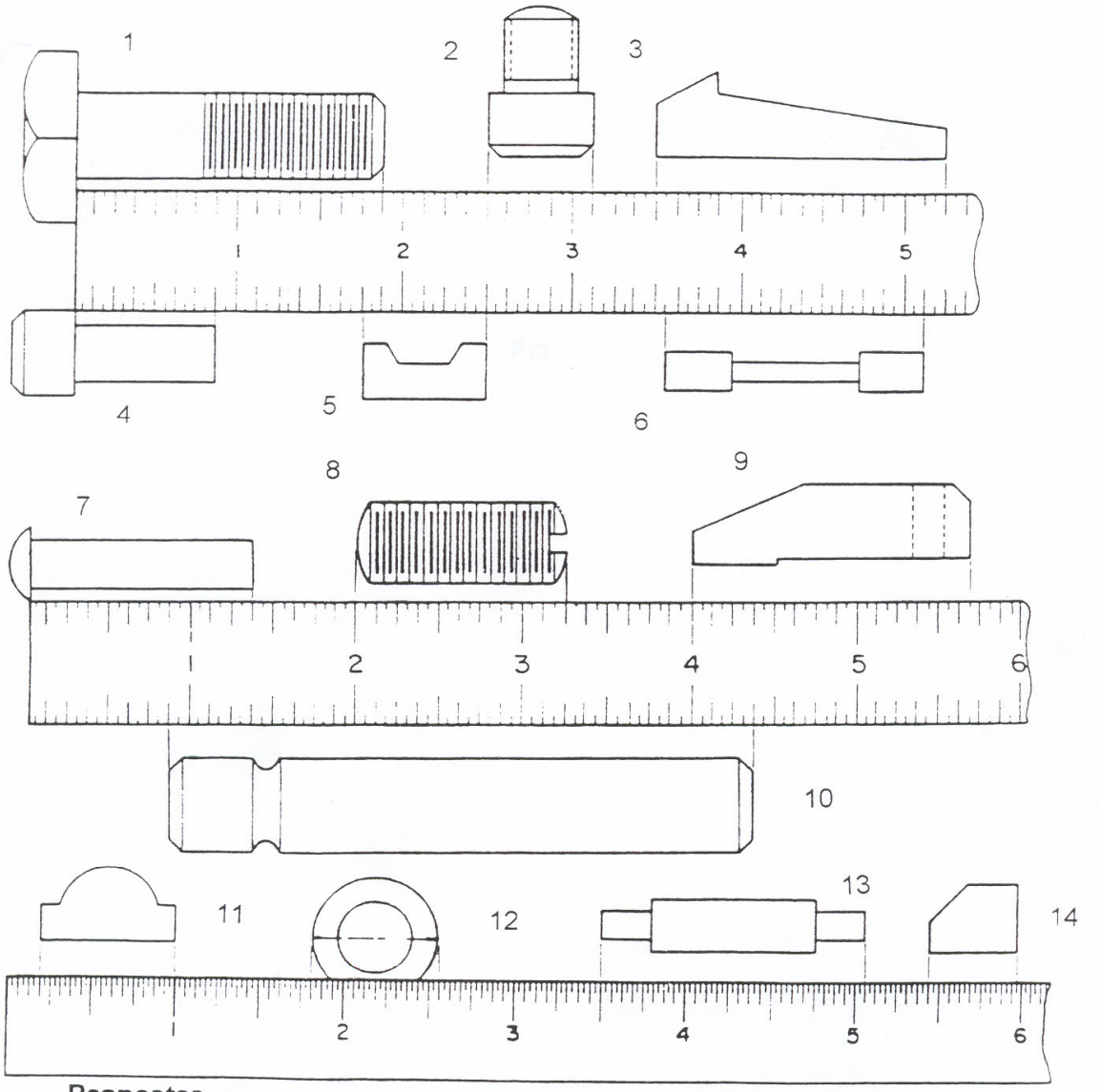
A distância entre traços = $\frac{1}{16}$ Somando as frações, teremos:

$$\frac{1}{16} + \frac{1}{16} = \frac{2}{16}\,\frac{(2)}{(2)} = \frac{1}{8} \quad ; \quad \frac{1}{16} + \frac{1}{16} + \frac{1}{16} = \frac{3}{16}$$

Prosseguindo a soma, encontraremos o valor de cada traço.



Régua Graduada (Sistema Inglês Ordinário)

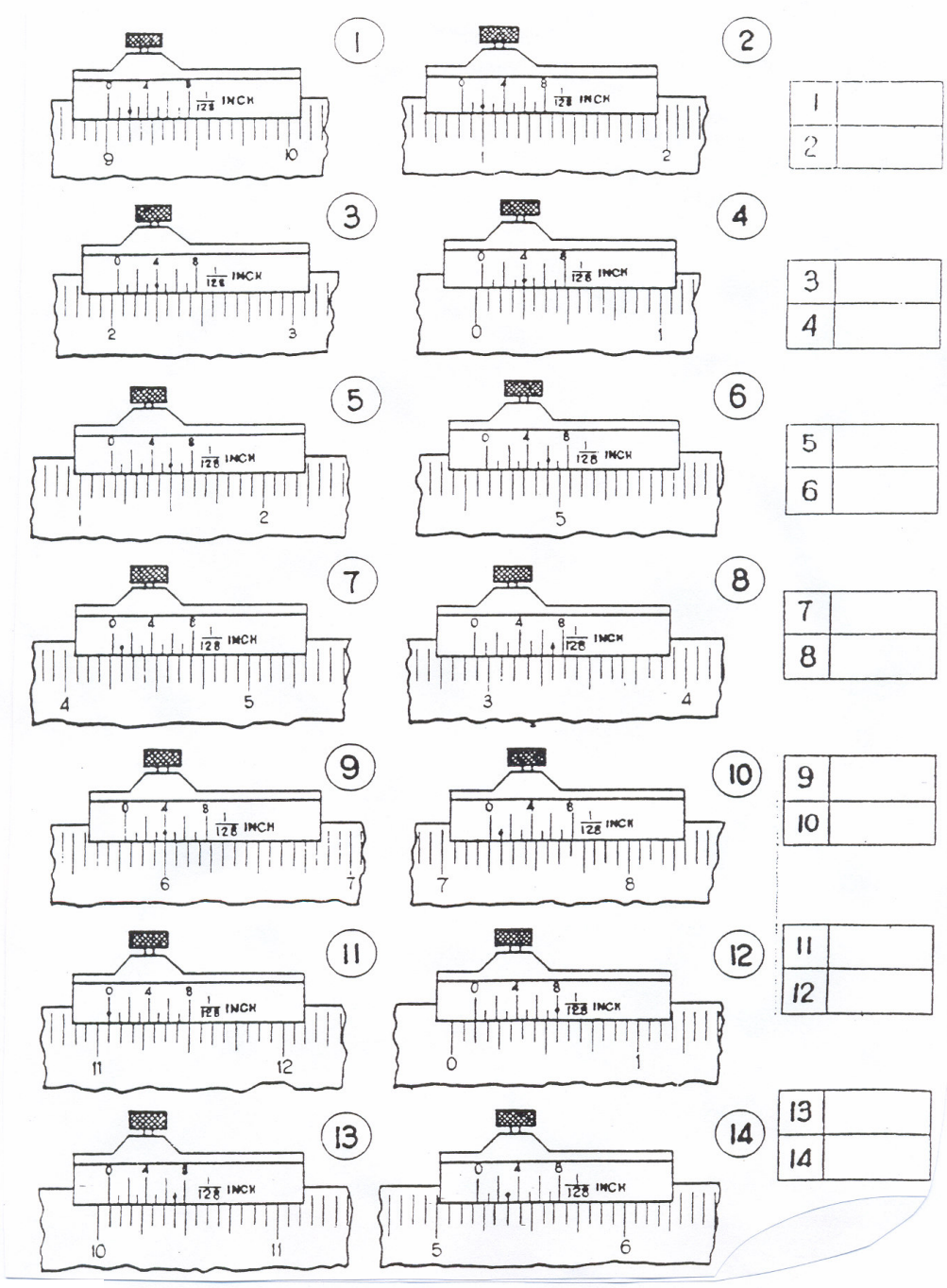


Respostas

1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14

OBS.: Reduza todas as frações à forma mais simples.

Paquímetro (Sistema Inglês Ordinário – Aprox. 1/28”)



1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	

SOLDAGEM DE TUBOS

Nas situações em que é necessário reparar a tubulação do sistema de refrigeração, ou quando se substituem componentes, é preciso soldar tubos.

Estudando esta tarefa, você vai aprender a soldar e também a preparar o equipamento de soldagem.

Para auxiliá-lo na execução desta tarefa, você receberá informações tecnológicas sobre:

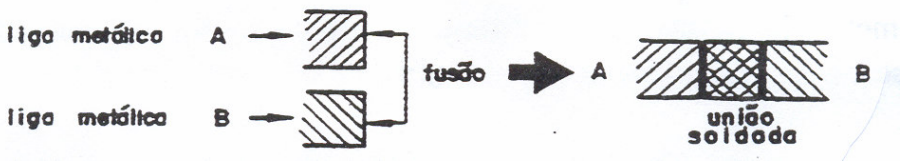
- Soldagem
- Equipamento para soldar com oxiacetilêno

Você executará as seguintes operações:

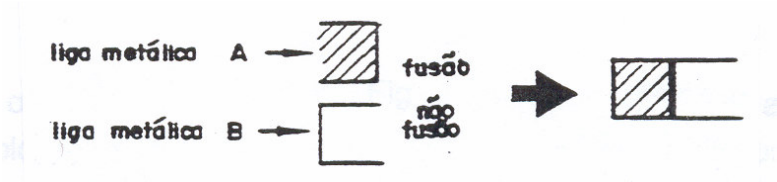
- Preparar equipamento oxiacetilênico
- Soldar tubulações

SOLDAGEM

Soldagem é o resultado da união de duas ligas metálicas, por meio de fusão, de modo a formar uma única liga.



Existe também outro tipo de soldagem na qual ocorre a fusão apenas de uma liga, que é depositada sobre a outra. Este tipo de soldagem é utilizada em componentes elétricos.

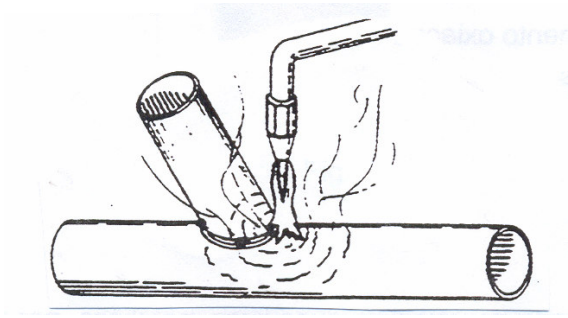


Veja, agora, como se efetua a soldagem. Um dos meios básicos para soldagem é a vareta.

Vareta, também conhecida como material de enchimento, é uma barra muito fina de material que é fundido e depositado na região de soldagem.

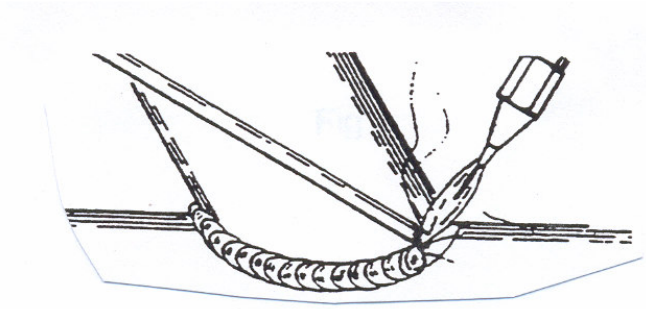
O procedimento para soldagem com vareta é o seguinte:

- Aquece-se com chama oxiacetilênica o material – base, isto é, o material que vai receber a solda;



- Em seguida, aproxima-se a vareta, que irá fundir-se por possuir ponto de fusão inferior ao material-base;

- O metal depositado flui entre as partes de união do material-base e observa-se, então, que as partes se uniram.



Há varetas de latão, de fósforo-prata, de fósforo e de prata.

Vareta de latão
O latão é uma liga utilizada na soldagem de equipamentos de trocadores de calor.

Vareta de fósforo - prata
É específica para soldar ligas de cobre fosforoso, usada na soldagem de serpentinas de radiadores de automóveis.

Vareta de prata
É uma vareta cujo material depositado apresenta maior aderência ao material base. É utilizada em tubos de cobre em geral, principalmente conexões de evaporadores industriais.

A temperatura de fusão, ou seja, a temperatura em que o metal passa do estado sólido para o líquido, é característica de cada metal ou liga.

O aço é um produto resultante da liga de ferro com carbono e que o carbono é o principal elemento controlador da qualidade do aço; por isso, a variação de teor de carbono influencia o ponto de fusão dessa liga metálica. Quanto maior for o teor de carbono, menor será o ponto de fusão do aço.

Para controlar melhor o processo de soldagem, é preciso conhecer as temperaturas de fusão dos metais e ligas metálicas de uso mais freqüente.
Observe, então, a tabela a seguir.

Tabela – Temperatura de fusão dos principais metais e ligas

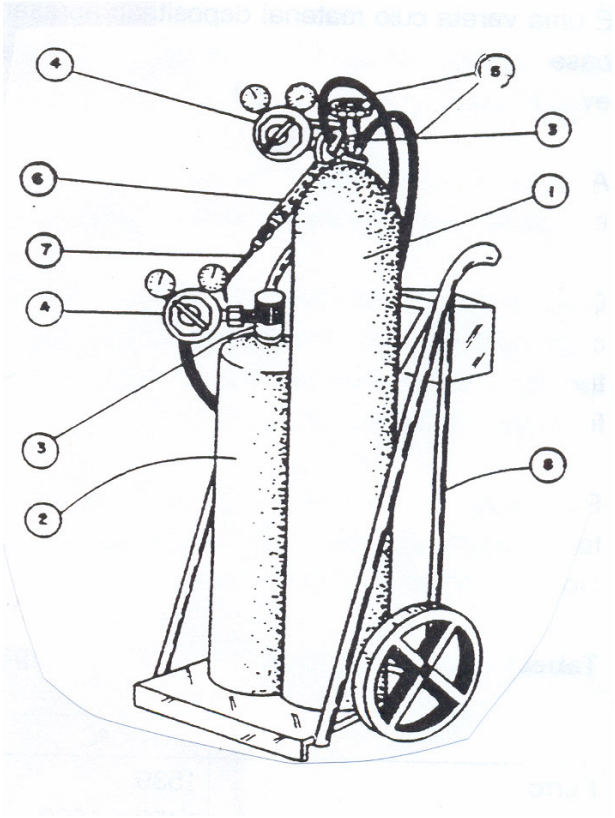
	ºC		ºC
Ferro	1539	Cobre	1083
Aço baixo teor de carbono	1450 a 1500	Latão	950
Aço alto teor de carbono	1350 a 1400	Bronze	850
Ferro fundido cinzento	1200	Platina	1775
Ferro fundido branco	1160	Alumínio	660
Níquel	1455	Zinco	419
Prata	960	Chumbo	321
Tungstênio	3410	Estanho	232

Fluxo é um produto químico destinado a formação de óxidos durante a soldagem, permitindo, deste modo, a soldagem de materiais como latão e prata.

Equipamento para soldar com oxiacetileno

Equipamento para soldar com oxiacetileno é o conjunto de elementos que permitem a passagem dos gases oxigênio e acetileno até um queimador chamado maçarico, em cujo interior esses gases são misturados. A mistura se inflama em contato com uma centelha e produz o calor necessário ao processo de soldagem. O equipamento é constituído dos seguintes elementos:

1. cilindro de oxigênio
2. cilindro de acetileno
3. válvulas
4. regulador de pressão
5. mangueiras
6. maçarico
7. bico
8. carro-transporte



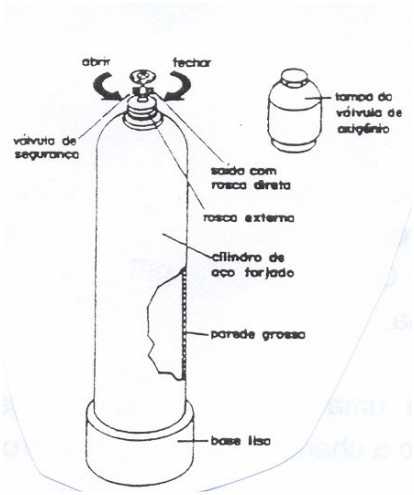
O equipamento deve ser usado só por quem conheça perfeitamente seu funcionamento. É importante mantê-lo totalmente livre de graxa ou de óleo para evitar combustão explosiva. Após o uso, é necessário limpar os acessórios, como mangueiras, maçaricos e reguladores, com pano seco; o bico deve ser limpo com agulha adequada ao orifício.

Conheça, agora, os elementos que compõem o equipamento.

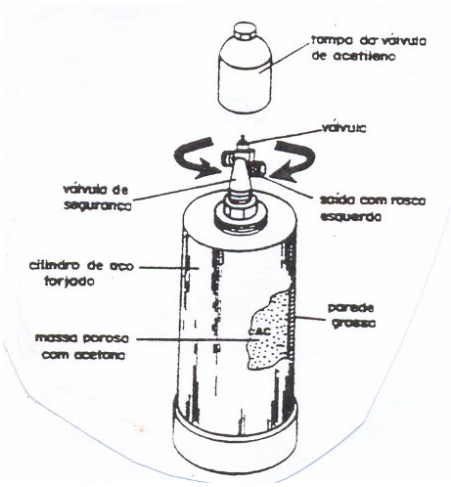
Cilindros

São dois recipientes especiais para armazenar os gazes oxigênio e acetileno utilizados em soldagem oxiacetilênica.

O cilindro de oxigênio é um recipiente de aço, alongado e sem costuras. O extremo superior do cilindro tem diâmetro menor, com uma rosca interna onde está montada a válvula de fechamento; possui, também, uma rosca externa onde fica a tampa protetora da válvula. A parte inferior do cilindro é plana para assegurar apoio perfeito no local de trabalho.

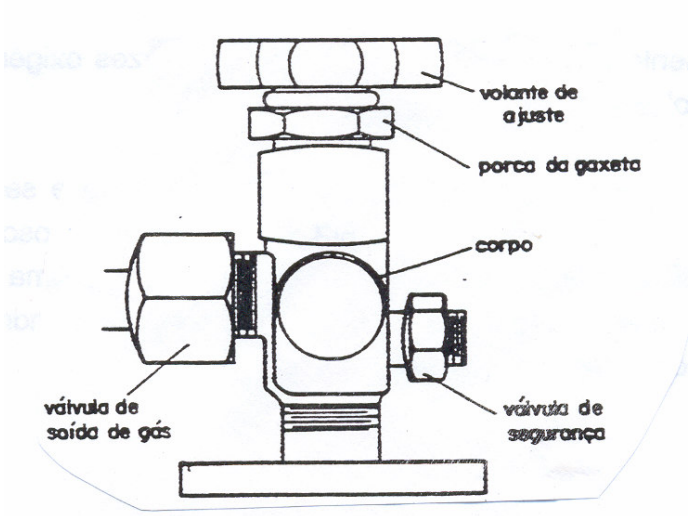


O cilindro de acetileno também é de aço sem costuras. Tem revestimento interno de massa porosa com acetona, destinados a absorver impactos; quando necessário, deve-se transportá-lo em posição vertical e não na horizontal. É provido de uma válvula de segurança com tampa, que geralmente fica na parte superior do equipamento e permite a saída do gás em caso de aquecimento do cilindro. Observe a próxima ilustração.



Válvulas

Válvulas são dispositivos, geralmente de bronze, que permitem a entrada e a saída dos gases.

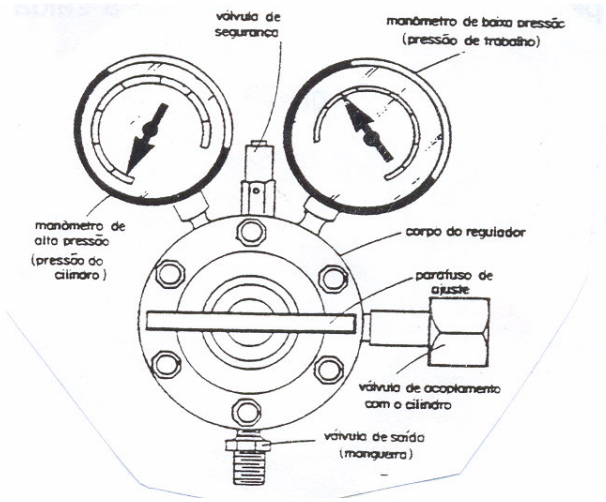


Válvulas de segurança é um dispositivo especial, montado nos cilindros de gás e nos reguladores de pressão, que deixa escapar o gás em caso de aumento de pressão. Quando a pressão retorna ao limite permitido, a válvula de segurança se fecha.

Válvula retentora é uma válvula de segurança instalada na entrada do maçarico. Impede que a chama retorne aos cilindros.

Regulador de pressão

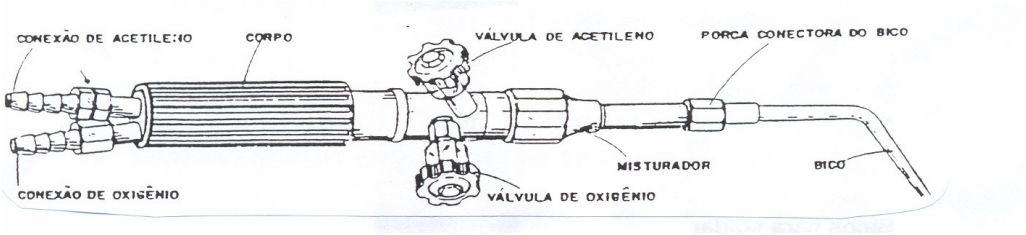
O regulador de pressão permite reduzir a alta pressão do cilindro para uma pressão de trabalho adequada à soldagem e, ao mesmo tempo, manter a pressão constante durante o processo.



Há dois manômetros (medidores de pressão) ligados ao regulador. O manômetro de alta pressão marca a pressão de gás contido no cilindro e o de baixa pressão marca a pressão necessária ao trabalho. Para graduar a pressão de trabalho, há um parafuso de ajuste. Girando-o no sentido horário, a pressão de trabalho aumenta; no sentido contrário, diminui.

Maçarico

Maçarico é a parte do equipamento oxiacetilênico que permite a mistura correta e invariável dos gases, na proporção requerida pela chama, como mostra a figura a seguir.



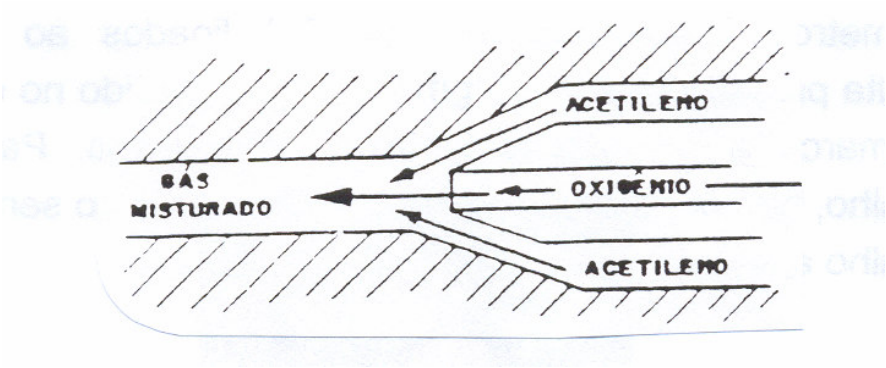
O fluxo de mistura gasosa deve sair do bico do maçarico a uma velocidade determinada pela pressão de soldagem. Essa velocidade deve ser maior que a propagação da combustão do gás para evitar o retrocesso da chama.

Existem dois tipos de maçarico: de baixa e de alta pressão.

Maçarico de baixa pressão

Nesse tipo de maçarico, o acetileno entra a uma pressão ligeiramente superior à pressão atmosférica; devido a essa variação de pressão, o acetileno precisa ser impulsionado até o maçarico por um injetor, que é a parte responsável pela pressão imposta aos gases.

Dentro do injetor existe oxigênio sob pressão diferente, que vai impulsionar a quantidade necessária de acetileno ao maçarico. Uma vez aí, os gases se misturam e saem do maçarico sob pressão necessária e adequada à forma perfeita de soldagem.



Maçarico de alta pressão

O maçarico de alta pressão é indicado para a soldagem em que s gases entram aproximadamente, sob a mesma pressão.

Quando se necessita de um volume diferente de gazes, fato que condiciona a chama com maior ou menor intensidade, basta trocar o bico deste tipo de maçarico, conservando, porém, o mesmo injetor e o mesmo misturador.

Bicos para soldar

O bico é um acessório do equipamento que permite a saída da chama para soldar. É geralmente fabricado de cobre e em diversos tamanhos, de acordo com o orifício de saída dos gases.

Existem dois tipos de bico usados em soldagem oxiacetilênica: bicos intercambiáveis, que são montados no misturador por meio de uma rosca, e bicos fixos, nos quais o misturador e bico constituem uma só peça.

REPARADOR DE REFRIGERADORES, FREEZERES E BEBEDOUROS

INSTALAÇÃO DE REFRIGERADOR E DE CONGELADOR

Instalar um refrigerador ou um congelador consiste em colocar o aparelho no local adequado, longe de fontes de calor ou da incidência de raios solares que possam prejudicar seu funcionamento.

Estudando esta tarefa, você terá informações sobre:

- ✓ Tipos de refrigeradores e de congeladores
- ✓ Gabinetes externo e interno
- ✓ Aterramento
- ✓ Medidas elétricas
- ✓ Transformadores e reguladores de tensão

Para realizar esta tarefa, você vai executar a seguinte operação:

- ✓ Instalar refrigerador ou congelador

REFRIGERADORES E CONGELADORES

Tipos e local de instalação

O refrigerador e o congelador são aparelhos muito úteis nas residências ou escritórios. Permitem o armazenamento e a conservação dos alimentos sólidos e líquidos por um período prolongado, resfriam bebidas e produzem gelo.

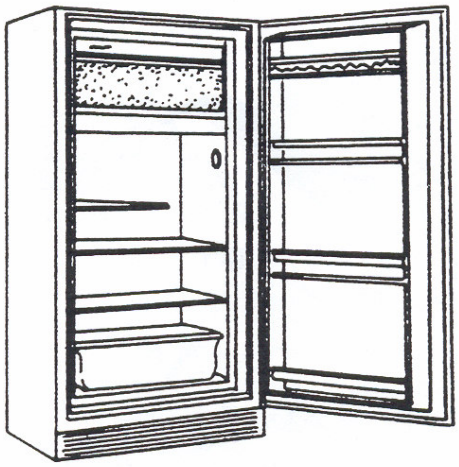
Refrigeradores

Os refrigeradores podem ser classificados em:

- ✓ Comuns
- ✓ Especiais

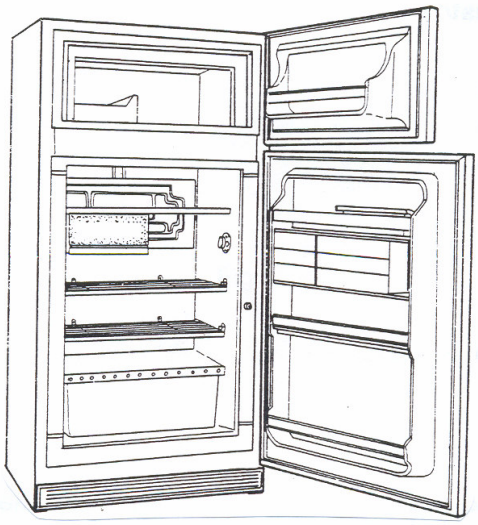
Os refrigeradores comuns são os que têm somente uma porta e um único compartimento.

Veja:



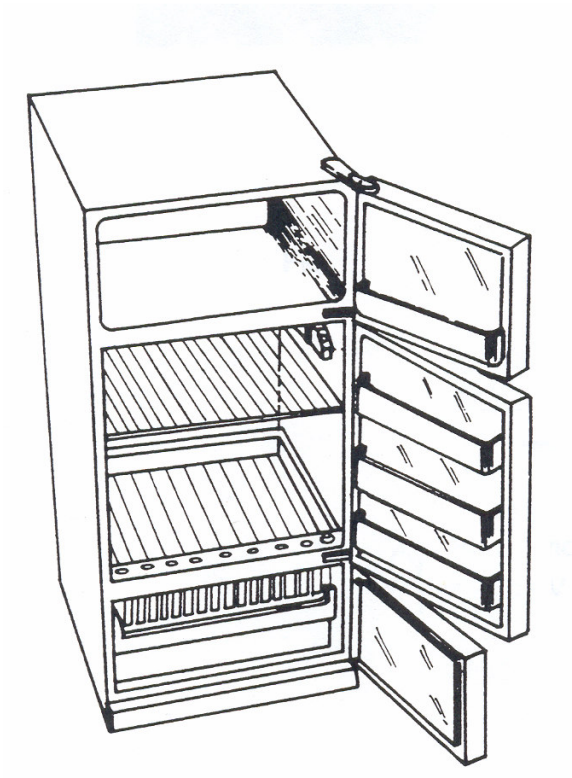
Esses aparelhos podem funcionar com um compressor hermético, com resistor elétrico ou com queima de combustível.

Os refrigeradores especiais são os que possuem o congelador na parte superior. Esses refrigeradores são chamados combinados de duas portas ou duplex. Observe a figura abaixo.



Existem também aparelhos que possuem três portas, conhecidos comercialmente como combinados de três portas ou triplex.

Os refrigeradores combinados de três portas possuem o congelador na parte superior e um compartimento hidratador destinado à guarda de verduras e legumes na parte inferior.



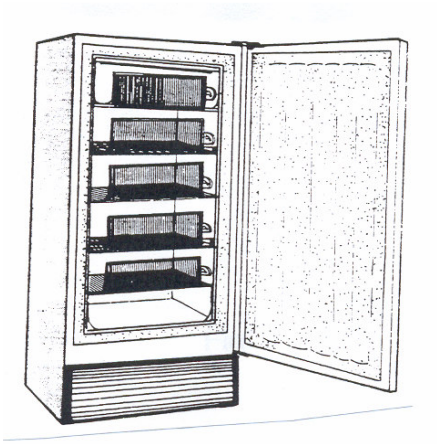
Tanto o combinado de duas portas quanto o de três funcionam com compressores herméticos.

Alguns refrigeradores e congeladores são fabricados com sistema de absorção, isto é, queimam combustíveis (querosene, gás liquefeito de petróleo) para produzir refrigeração. Esses aparelhos têm largo emprego em zonas rurais, desprovidas de energia elétrica.

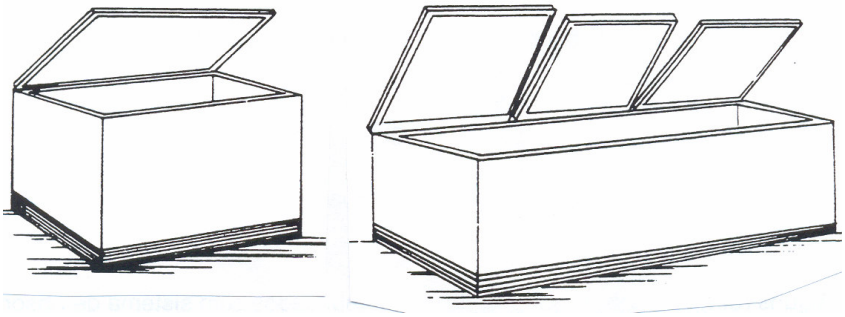
Congeladores

Os congeladores, como os refrigeradores, podem ser:

- ✓ Verticais, com uma só porta e um único compartimento.



- ✓ Horizontais, com uma ou várias portas horizontais e um único compartimento. Veja as figuras abaixo:



Esses aparelhos podem funcionar com compressor hermético, com resistor elétrico ou com queima de combustível (absorção).

Bebedouro

Os bebedouros podem ser:

- Tipo pressão
- Tipo garrafão

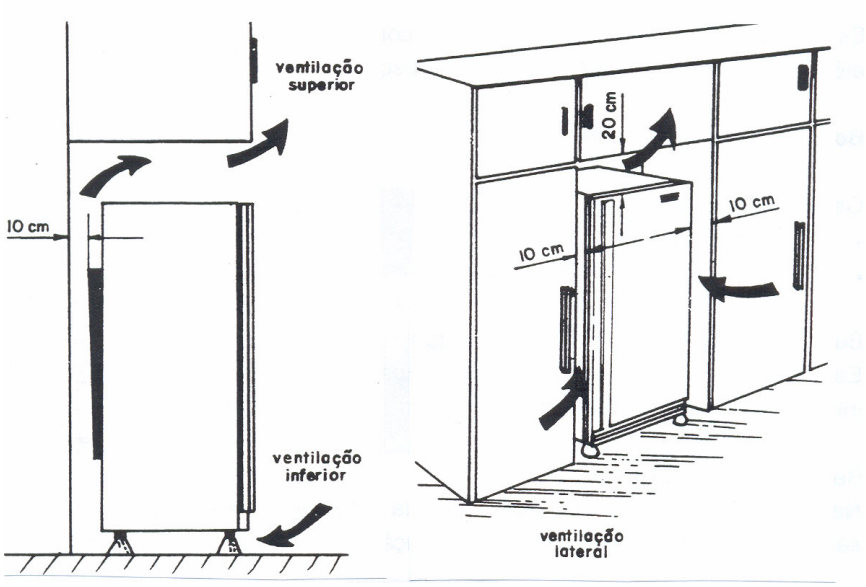
Bebedouro tipo pressão
Esse bebedouro é conectado a rede de abastecimento de água do prédio por intermédio de um filtro hidráulico de acordo com indicação do fabricante.

Bebedouro tipo garrafão
Neste bebedouro o fornecimento de água é feito por meio de um garrafão, sendo a instalação efetuada conforme instrução do fabricante.

Instalação

Os refrigeradores, bebedouros e os congeladores devem ser instalados corretamente para que apresentem rendimento total e maior vida útil. Os aparelhos devem estar adequadamente localizados, isto é, afastado de quaisquer fontes de calor, bem como da ação direta dos raios solares.

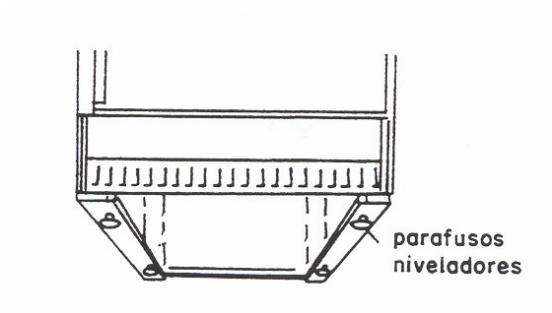
Na parte traseira, o aparelho é equipado com um condensador estático que deve ficar afastado da parede, no mínimo, 10 centímetros. Para permitir a livre circulação de ar, é necessário deixar um espaço mínimo de 20 centímetros na parte superior e de 10 centímetros nas laterais. Observe a próxima ilustração:



O gabinete deve ser ajustado no ato da instalação, de forma a ficar firmemente apoiado no piso e perfeitamente nivelado. Isso é necessário a fim de assegurar a correta vedação e o alinhamento da porta, evitando o transbordamento da água do degelo pela bandeja de água.

Os modelos combinados de duas ou de três portas e os aparelhos com sistema de absorção devem estar rigorosamente nivelados, caso contrário o isolante térmico será danificado pela água do degelo que alcançará a lã de vidro ou o poliuretano, prejudicando o isolamento.

Os refrigeradores geralmente são equipados com dois ou quatro parafusos niveladores que propiciam suficiente ajuste para o nivelamento do gabinete. Veja:

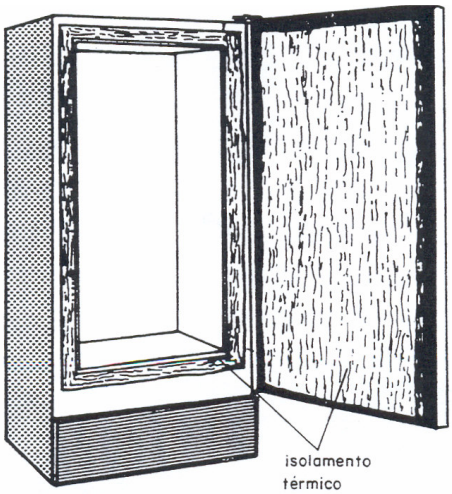


O piso em que estiver apoiado o aparelho deve ter resistência suficiente para suportar-lhe o peso com a capacidade de carga máxima. A tomada de energia elétrica deve ficar próxima e a linha abastecedora deve ser devidamente dimensionada.

GABINETES EXTERNO E INTERNO DO REFRIGERADOR E DO CONGELADOR

O gabinete é uma peça em forma de caixa, fabricada de chapa de aço protegida por tratamento anticorrosivo.

O gabinete externo geralmente tem forma retangular, de modo a permitir maior espaço interno. O gabinete interno tem a mesma forma do externo, porém seu tamanho é reduzido a fim de permitir que entre um e outro seja colocado o isolamento térmico, como se vê na figura abaixo.



O isolamento térmico tem a função de manter inalterada a temperatura do gabinete interno. Nos antigos modelos de refrigeradores, o material isolante utilizado era a lã de vidro, mas os modelos recentes têm o isolamento feito de poliuretano.

Conservação

A limpeza periódica nos gabinetes é necessária para prolongar a vida útil do aparelho, além de permitir sua higienização.

A limpeza interna deve ser feita por ocasião do degelo, usando-se uma solução de 2% de bicarbonato de sódio e enxugando-se, a seguir, com pano seco ou papel absorvente.

Externamente, a limpeza deve ser feita com flanela embebida em produto protetor de superfícies pintadas e posteriormente com flanela seca para polimento.

A limpeza da parte traseira do refrigerador, onde está montada a unidade condensadora, deve ser feita com aspirador de pó ou escova macia.

Degelo

Para degelar o refrigerador ou o congelador, devem ser seguidas as instruções do manual do fabricante.

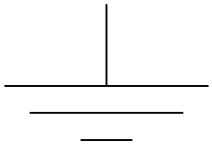
Obs.: O gelo acumulado nas paredes dos evaporadores é devido a umidade do ar no interior dos refrigeradores e freezeres.

ATERRAMENTO

O fio-terra é um condutor ligado a terra por intermédio de um eletrodo de aterramento ou dispersos de terra.

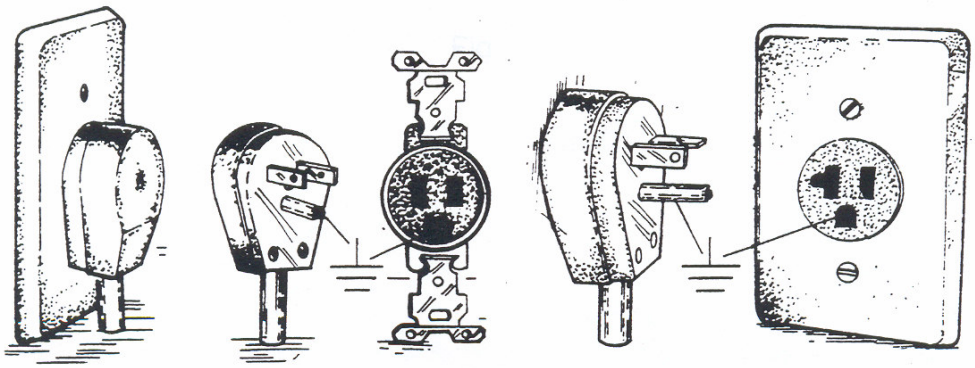
O eletrodo de aterramento ou dispersor de terra é um pedaço de ferro galvanizado que, enterrado no solo até certa profundidade, serve para colocar equipamentos e instalações em contato com a terra.

Simbolicamente, o eletrodo de aterramento ou dispersos de terra é representado assim:



O aterramento ou ligação a terra é exigido pela concessionária de energia elétrica para prevenir eventuais acidentes que possam ocorrer nas redes de distribuição. Na verdade, todos os materiais condutores que fazem parte de máquinas, motores, equipamentos, estruturas metálicas, calhas, leitos de cabos, etc. devem ser aterrados.

Os eletrodomésticos móveis também devem ser aterrados, como é obrigatório em muitos países. Nesse caso, o aterramento é feito por meio de fio-terra ao plugue do aparelho. O plugue deve ter três condutores: dois para energia e um terceiro para o aterramento, com a respectiva tomada. Veja a figura a seguir.



Tanto a ausência da ligação do fio-terra como sua ligação inadequada representam um perigo à pessoa que vai utilizar um eletrodoméstico.

Veja, na tabela abaixo, a reação do corpo humano à intensidade de corrente elétrica, o que representa verdadeiro perigo para o usuário.

Tabela – Efeitos da corrente elétrica no corpo humano

Intensidade de corrente elétrica	Efeitos
0,05 a 2 miliampères	Apenas leve reação
2 a 10 miliampères	De leve a forte reação muscular
5 a 25 miliampères	Forte choque; incapacidade de fugir à fonte de corrente elétrica
25 a 50 miliampères	Violenta contração muscular; incapacidade de fugir à fonte elétrica
50 a 100 miliampères	Tremor muscular ventricular, pulsação irregular dos músculos cardíacos
Acima de 100 miliampères	Paralisação da respiração

Você deve ter percebido como é importante verificar as condições de aterramento de um aparelho. Para isso, algumas precauções são necessárias. Observe:

- ✓ O condutor-terra deve ser facilmente identificável em toda a sua extensão; para evitar qualquer dúvida, utilize um condutor de cor verde. A NBR – 5410 recomenda que sejam ligadas a terra as partes metálicas não destinadas a conduzir corrente elétrica, tais como gabinete, compressor, etc. O diâmetro do condutor-terra deverá ser escolhido em função do aparelho de maior corrente contida na rede, de acordo com a tabela seguinte:

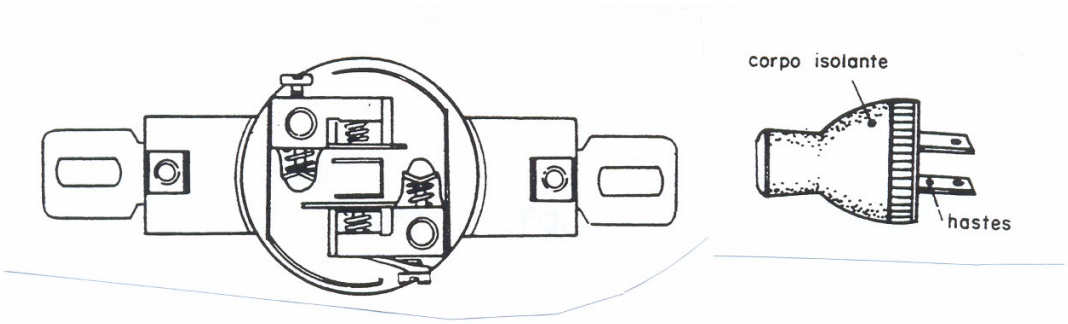
Tabela – Diâmetros do condutor-terra

Corrente do aparelho	Diâmetro do condutor AWG	Conversão em mm
até 30A	14	1,5
40A	12	2,5
60A	10	4,0
100A	8	6,0
200A	6	10,00
400A	4	21,0
600A	2	34,0
800A	1/0	53,0
1000A	2/0	67,0
1200A	3/0	85,0

Para melhorar o funcionamento e a proteção dos aparelhos elétricos, é aconselhável que haja um disjuntor para cada aparelho no quadro de distribuição.

TOMADAS E PLUGUES

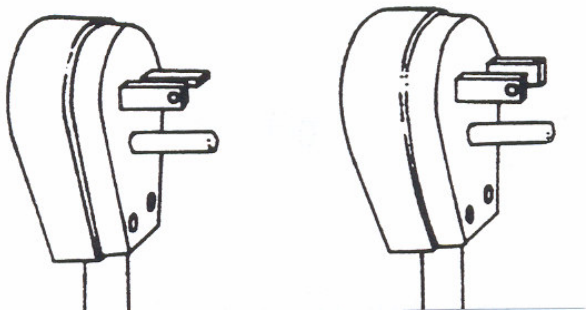
São dispositivos que permitem ligações elétricas provisórias de eletrodomésticos e de aparelhos industriais portáteis. A tomada é a parte fixa e o sugue é a móvel. Essas partes se encaixam uma na outra.



Tipos de plugues

Os plugues se diferenciam pela forma e pela quantidade de hastes. Estas devem corresponder à forma e à quantidade dos contatos da tomada.

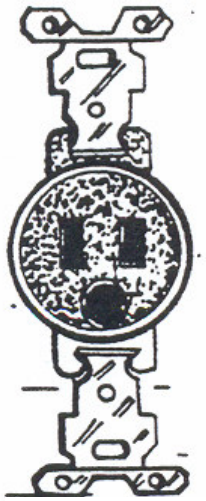
O plugue chamado tripolar apresenta três hastes: duas para a energia e uma terceira para o aterramento. Esta última se diferencia das outras pelo comprimento maior e pelo espaçamento diferente. Observe a figura seguinte.



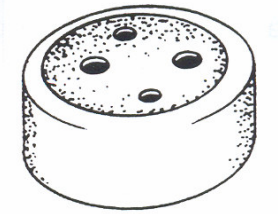
Características da tomada

O material utilizado na fabricação da tomada pode ser baquelite, porcelana ou náilon.

Quanto à forma, a tomada pode ser:



Embutida



Externa

A tomada pode receber diferentes quantidades de pinos de acordo com a finalidade a que vai servir.

- ✓
- ✓ A tomada monofásica sem terra receberá 2 pinos.
- ✓ A tomada monofásica com terra receberá 3 pinos.
- ✓ A tomada trifásica sem terra receberá 3 pinos.
- ✓ A tomada trifásica com terra receberá 4 pinos.

Quanto à forma dos pinos que a tomada vai receber, temos:

- ✓ tomada simples (para pinos redondos)
- ✓ tomada universal (para pinos redondos e chatos)

Os valores de corrente nominal e tensão de serviços são:

- 6A – 250V
- 10A – 150V
- 30A - 250V

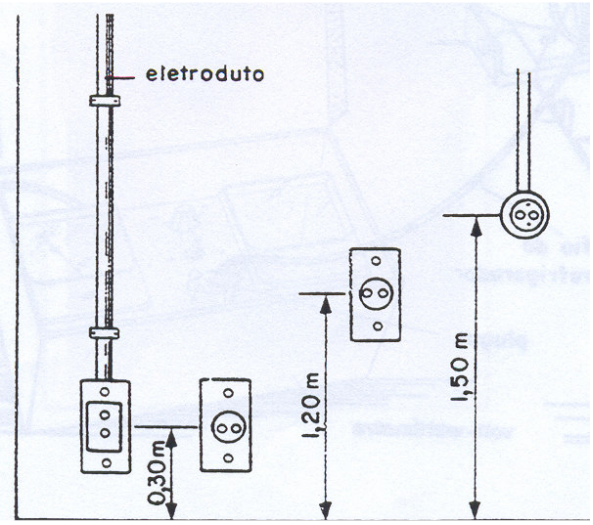
Existem algumas recomendações que devem ser observadas na instalação de tomadas.

Observe:

As tomadas podem ser em relação ao piso:

- ✓ Baixa – a 30cm
- ✓ Média – a 120 cm
- ✓ Alta – a 150 cm
- ✓ Especiais – fora das medidas previstas.

Quanto as instalações as tomadas podem ser expostas (à vista) ou embutidas.



As tomadas instaladas no piso são especiais e devem ter tampa metálica. As tomadas trazem impressa a corrente máxima que suportam; é necessário observar se a corrente do aparelho é compatível com a da tomada.

INSTALAR REFRIGERADOR OU CONGELADOR

1. Coloque o refrigerador ou o congelador na posição e local escolhidos.

   Precaução
   Preste atenção para que o aparelho fique afastado de fontes de calor.

2. Regule os parafusos niveladores.

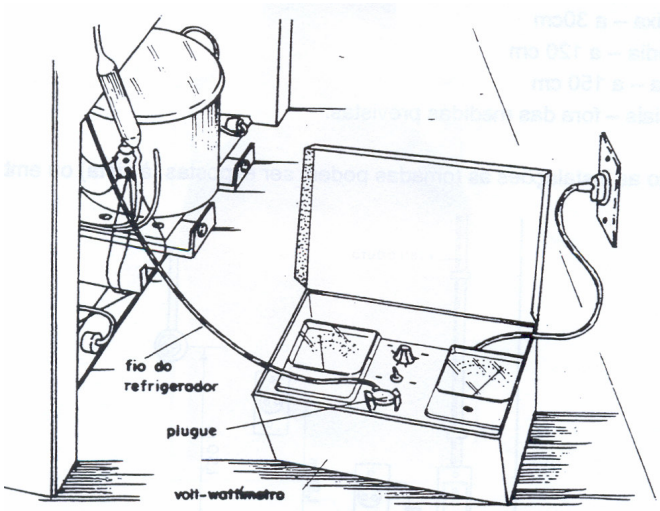
   Observação
   No caso de uso de pés adaptáveis, retire os parafusos niveladores e aperte as contraporcas, se houver.

3. Faça a ligação do condutor-terra conforme a NBR-5410.

4. Verifique a tensão da rede usando um voltímetro e compare com a tensão indicada no refrigerador ou no congelador.

5. Gire o botão do termostato até a posição “desligado”.

6. Ligue o plugue do refrigerador no volt-wattímetro. Observe a figura seguinte.



7. Ligue o aparelho girando o termostato até a posição “ligado” e verifique a tensão, a intensidade de corrente e a potência, a tensão da rede elétrica não deve variar mais do que 10%.

Observação

Após três minutos de funcionamento, observe se a tensão e a potência estão de acordo com as especificações do fabricante. Caso haja variação de tensão para mais ou para menos da permitida pelo fabricante, é necessário verificar se a bitola da fiação elétrica local é compatível com as normas da ABNT. Se estiver de acordo, a variação será causada pelo fornecimento inadequado de energia. Oriente o usuário para pedir a estabilização desse fornecimento.

8. Limpe o aparelho com um polidor e flanela seca.

9. Oriente o usuário sobre o uso e manuseio do aparelho conforme as orientações contidas no manual do fabricante.

REPARAÇÃO DA PORTA DO REFRIGERADOR OU DO CONGELADOR

Refrigeradores e congeladores danificados ou que estejam há muito tempo em uso necessitam da reparação da porta para que voltem a funcionar perfeitamente.

Reparar a porta do refrigerador ou do congelador é recupera-la para uso, corrigindo os defeitos apresentados. Consiste em trocar a gaxeta, o isolamento térmico, a fechadura da porta, dobradiças, painel e até a própria porta, se necessário.

Nesta tarefa você vai desmontar a porta do aparelho para reparos e depois tornar a montar, instalar, ajustar e reverter a mesma porta.

Estudando esta tarefa, você terá informações sobre:

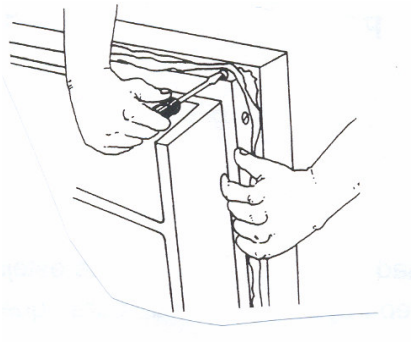
- ✓ Gaxetas
- ✓ Porta,painel interno e componentes
- ✓ Prateleiras

Para realizar a tarefa, você vai executar as operações:

- ✓ Desmontar a porta do aparelho
- ✓ Montar, instalar e ajustar a porta do aparelho
- ✓ Reverter a porta do aparelho

GAXETAS

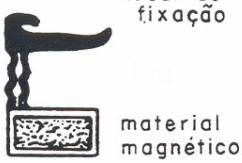
Gaxetas são peças de borracha macia e com perfil transversal apropriado, cortadas, montadas e coladas posteriormente. São instaladas na porta do aparelho e fixadas por guarnições sob pressão de parafusos. Para proporcionar perfeita vedação, a gaxeta deve encostar na parte do gabinete chamada flange. Observe uma gaxeta na figura abaixo.



A principal finalidade da gaxeta é vedar hermeticamente o gabinete para impedir a entrada de ar externo que provoca formação excessiva de gelo.

As gaxetas são construídas de material flexível, borracha ou PVC, e apresentam-se em diversos perfis. Observe, na figura a seguir, dois perfis de gaxeta.

A gaxeta magnética é fabricada externamente com PVC e internamente contém uma fita flexível de material magnético (magnetita + aglomerante), cuja força de atração é suficiente para vedar o compartimento. Observe, abaixo, o perfil da gaxeta magnética.



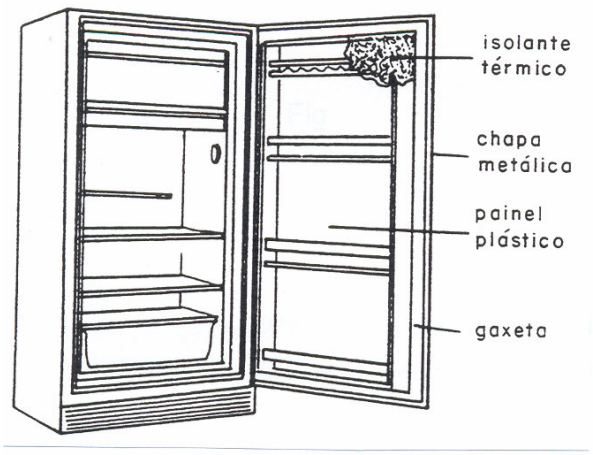
Conservação
A gaxeta deve ser limpa com solução de água e sabão de coco. Em seguida, deve ser bem enxuta para evitar o aparecimento de mofo e cheiro nos alimentos. Pode-se, também usar produtos de limpeza para plásticos.

PORTA, PAINEL INTERNO E SEUS COMPONENTES

Porta

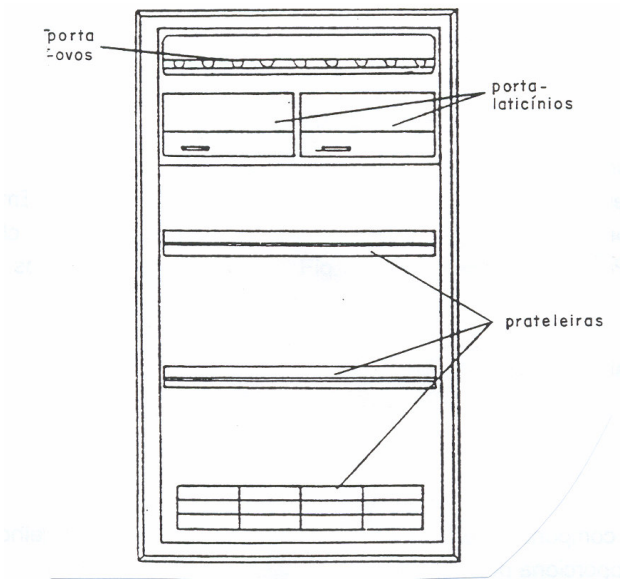
A porta é o componente que permite o acesso ao interior do aparelho. Quando fechada, proporciona perfeita vedação.

A porta é composta externamente de uma chapa metálica e internamente de um painel plástico. Entre a chapa externa e o painel interno encontra-se o isolamento térmico da porta, conforme se observa na figura abaixo.



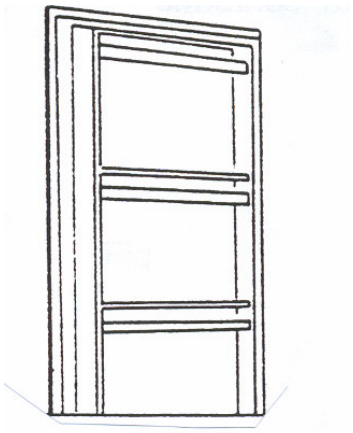
Painel interno

O painel interno da porta é moldado sob processo especial que permite o aproveitamento de espaço como recipiente de várias utilidades. Compõe-se das seguintes partes: prateleiras, porta-laticínios e porta-ovos, como mostra a figura a seguir.



Prateleiras

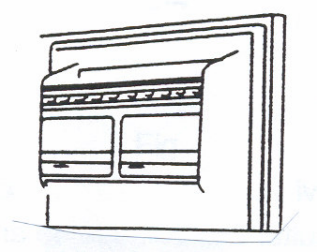
As prateleiras do painel interno da porta são utilizadas para guardar garrafas ou conservas. Veja a figura abaixo.



Em alguns modelos de refrigerador, as prateleiras são reguláveis a fim de permitir ajustes de acordo com as dimensões das garrafas nelas guardadas.

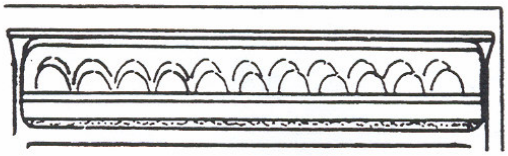
Porta-laticínios

Os compartimentos para laticínios protegem os alimentos da baixa temperatura e mantêm o ar estacionário. Em alguns modelos de refrigerador usa-se resistor elétrico controlado por um reostato, isto é, componente elétrico cuja resistência é variável, a fim de manter a temperatura desejada. Veja a figura abaixo.



Porta-ovos

É um recipiente plástico, com espaços especiais, preso ao painel da porta. Serve para armazenar ovos em condições ideais de temperatura por longo tempo. Veja:



PRATELEIRAS

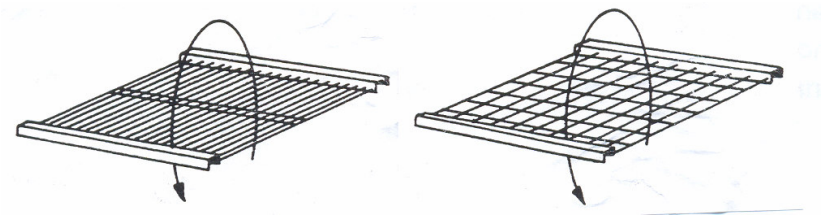
As prateleiras dos refrigeradores domésticos destinam-se à colocação dos alimentos a serem refrigerados. Podem ser de três tipos:

- ✓ de barras
- ✓ de grelha
- ✓ de chapa de vidro

A prateleira de barras é feita de tiras ou barras cilíndricas paralelas, espaçadas uniformemente e soldadas em uma armação metálica.

A prateleira de grelha é feita de tela resistente ou de tiras que se cruzam em ângulo reto, de modo a formar uma espécie de malha. É geralmente estanhada ou de alumínio.

Esses dois tipos de prateleira são chamados de tipo aberto porque, ao mesmo tempo em que sustentam os alimentos, oferecem resistência mínima à circulação de ar.



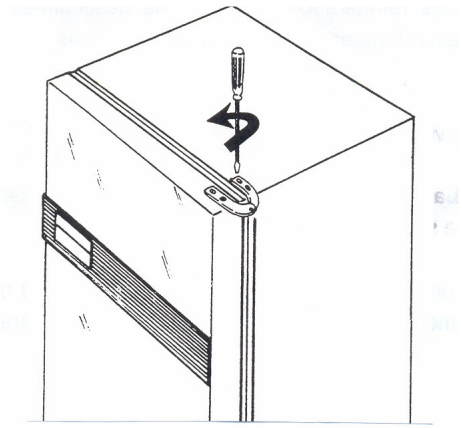
A prateleira de chapa de vidro é usada em compartimentos de umidade elevada, onde se deseja dificultar a circulação de ar.
Exemplo: prateleira da gaveta de verduras.

A prateleira pode ser fixa, regulável, deslizante ou giratória, a fim de facilitar o armazenamento de alimentos.

Os suportes das prateleiras são geralmente pinos plásticos ou ganchos, fixados no gabinete interno.

DESMONTAR A PORTA DO APARELHO

1. Retire os componentes móveis do painel, quando houver, para evitar que caiam.
2. Afrouxe os parafusos da dobradiça.

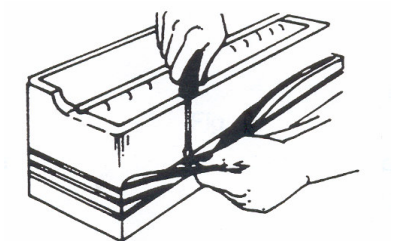


3. Retire a porta do aparelho.

   Observação
   Nos modelos com aquecedor no compartimento para laticínios, é necessário desligar o condutor do resistor antes de retirar a porta.

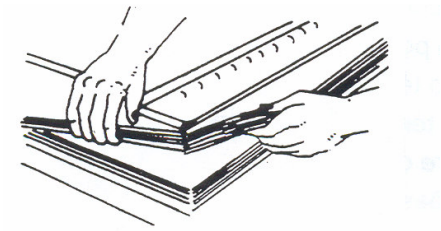
4. Coloque a porta sobre a bancada de serviço, protegida por um pano macio.

5. Levante a lateral da gaxeta e retire os parafusos e as guarnições de fixação.



   Observações
   - ✓ O painel é também fixado pelos mesmos parafusos que fixam a gaxeta de vedação.
   - ✓ Em alguns modelos, a gaxeta é apenas fixada por pressão.

6. Retire a gaxeta



   Observação
   Caso a gaxeta esteja em boas condições de conservação, aplique-a pela parte magnética sobre o flage do gabinete do refrigerador, para evitar danos.

7. Retire o painel da porta.

   Observação
   Coloque-o em posição vertical em suporte próprio

8. Retire o isolamento térmico se este for de lã de vidro ou de lã de rocha.

   Precaução
   Use luvas de proteção e não aproxime o rosto do isolamento para evitar irritação nos olhos (perigo de cegueira).

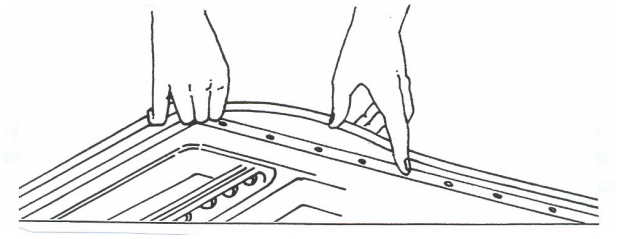
   Observação
   Arrume o isolamento em lugar seco, evitando dobra-lo.

9. Retire o puxador da porta, tirando a massa calafetadora, caso exista, e afrouxando os parafusos de fixação.

   Observação
   Em alguns modelos, a fixação é feita por sistema de pressão.

MONTAR, INSTALAR E AJUSTAR A PORTA DO APARELHO

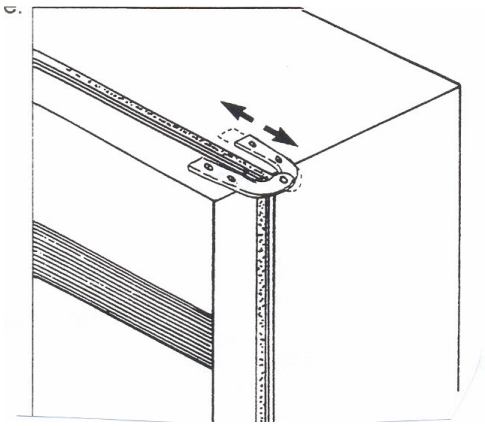
1. Aperte os parafusos ou fixadores do puxador da porta.
2. Calafete o puxador com massa própria.
3. Monte o puxador da porta.
4. Arrume o isolamento térmico no interior da porta.
5. Monte o isolamento térmico na porta, se houver.
6. Instale o painel sobre o isolamento térmico.
7. Coloque as guarnições e a gaxeta.



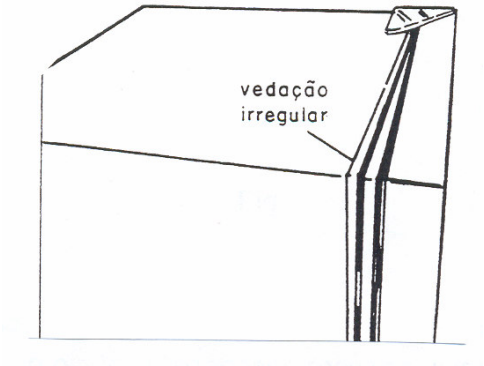
8. Coloque os parafusos da gaxeta e dê o aperto final nos parafusos do lado da dobradiça.
9. Posicione a porta no aparelho e coloque os parafusos de fixação da dobradiça.

Observação
Peça auxílio a um colega para evitar arranhões e pancadas na porta.

10. Aperte definitivamente os parafusos, obedecendo ao paralelismo da porta com o gabinete.

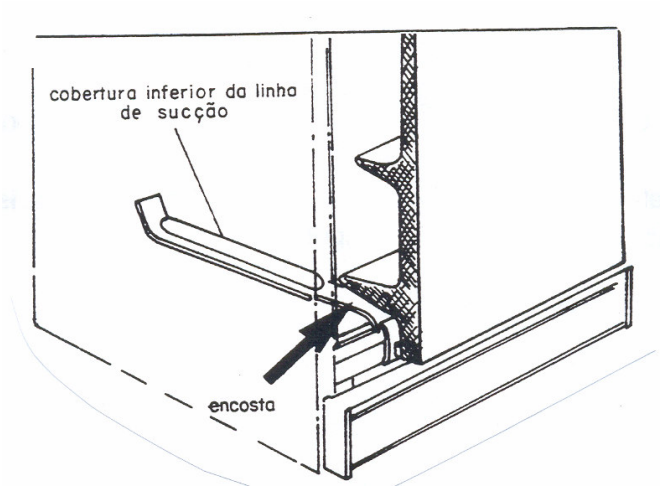


11. Ajuste a porta de modo que a gaxeta toque por igual na superfície do gabinete.

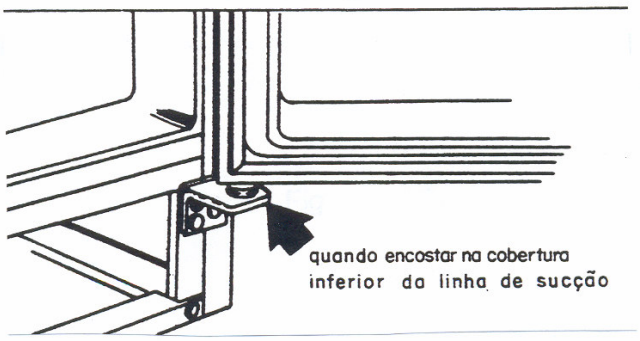


Observações

- ✓ Em alguns modelos, verifique se o painel interno da porta encosta na superfície do gabinete interno.

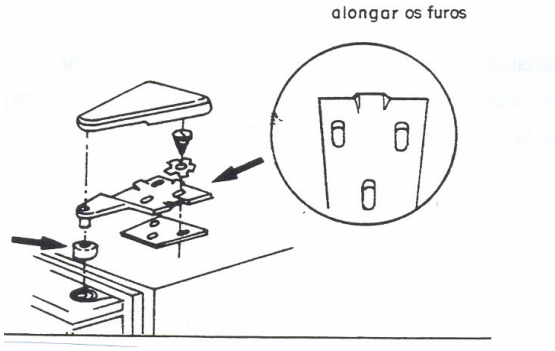


- ✓ Se encostar, introduza arruelas de náilon com espessura adequada nas dobradiças, conforme se observa na figura abaixo.

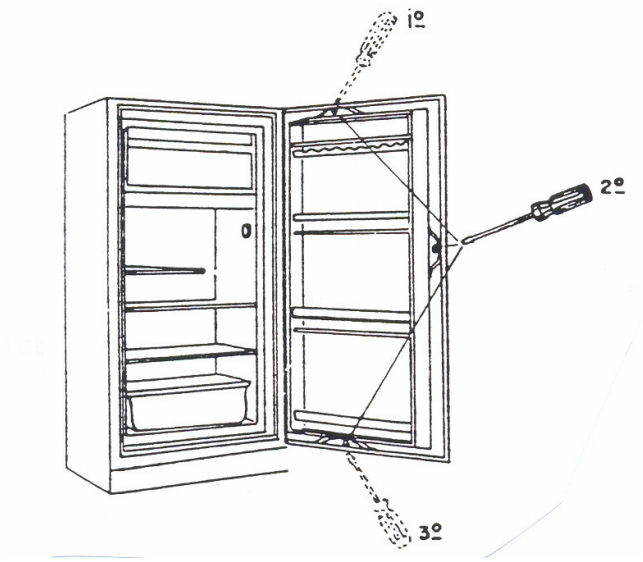


- ✓ Nos modelos que possuem resistor elétrico no compartimento para laticínios, o fio do resistor deverá passar pelo orifício da dobradiça inferior.

- ✓ Se necessário, alongue também os furos da dobradiça superior com auxílio de uma lima.



12. Aperte ordenadamente os parafusos de fixação da gaxeta, conforme indica a figura abaixo e, assim, sucessivamente, os demais.

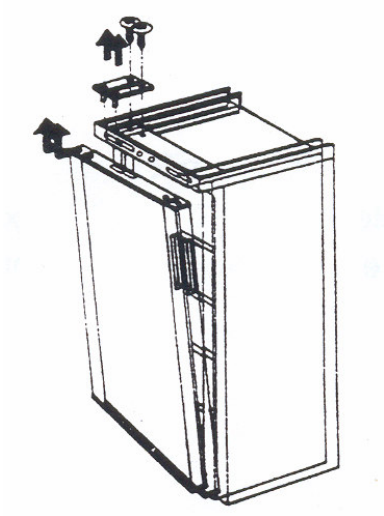


Observação

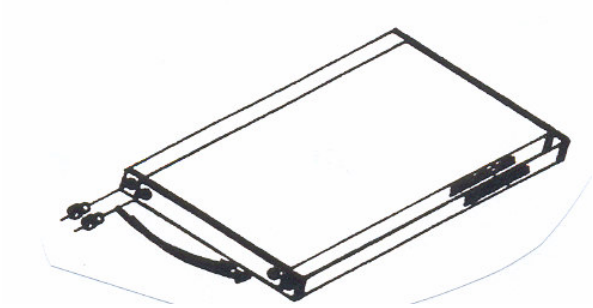
Caso a gaxeta não se ajuste à superfície do gabinete, desaperte os parafusos que fixam a gaxeta e faça o alinhamento da porta, reapertando, em seguida, os parafusos.

REVERTER A PORTA DO APARELHO

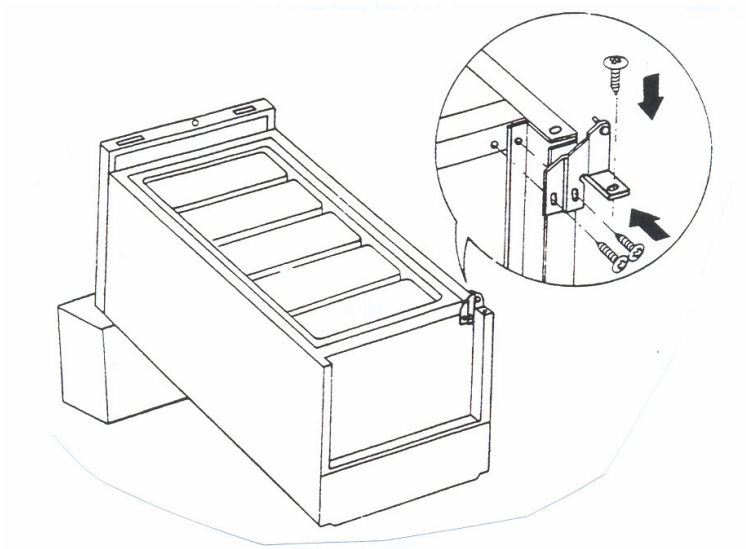
1. Retire os parafusos que prendem a dobradiça superior.
2. Retire a dobradiça, incline a porta ligeiramente para a frente e levante-a, a fim de retira-la da dobradiça inferior.



3. Retire a bucha interior e a superior da porta e recoloque-as do lado oposto.

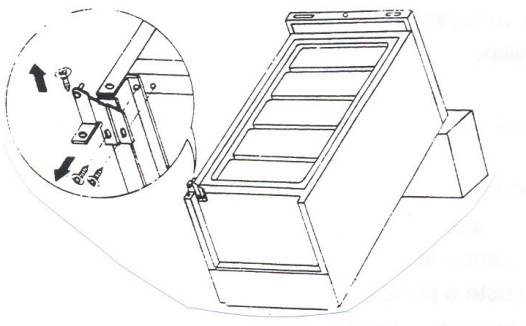


4. Deite o aparelho sem a porta, apoiando- o em calço de aproximadamente 50cm de altura ou numa cadeira, e retire a dobradiça inferior.



Observação
Em alguns modelos, não é necessário inclinar o aparelho para retirar a dobradiça inferior.

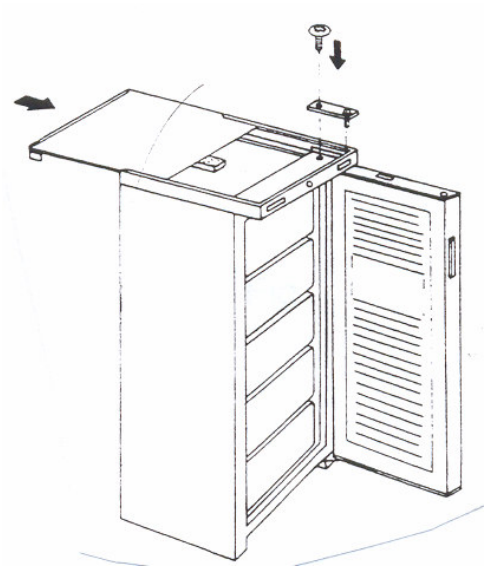
5. Monte a dobradiça inferior no lado oposto, utilizando os mesmos parafusos retirados. Levante o aparelho.



6. Recoloque a porta, encaixando a bucha inferior no pino da dobradiça.

7. Recoloque a dobradiça superior no lado esquerdo.

Precaução
Verifique se a gaxeta magnética está bem assentada ao longo do flange do gabinete antes de dar todo o aperto nos parafusos.



REPARAÇÃO DA PORTA DO REFRIGERADOR OU DO CONGELADOR

Ferramentas/instrumentos

- Chave de fenda
- Chave tipo canhão
- Massa de vedação
- Chave Phillips

Ordem de execução

1. Retire a porta do aparelho.
2. Retire os componentes da porta do aparelho.
3. Instale os componentes na porta do aparelho.
4. Instale e ajuste a porta do aparelho.
5. Reverta a porta do aparelho.

SUBSTITUIÇÃO DE TERMOSTATO

A substituição do termostato é necessária quando o processo “liga-desliga”está funcionando de forma irregular ou quando o aparelho apresenta problemas de funcionamento envolvendo temperaturas muito frias ou quentes.

Esta tarefa consiste em retirar o termostato defeituoso e instalar um novo. Primeiramente, você vai retirar o bulbo e o termostato; depois; instalará o novo termostato, testando seu funcionamento.

Para auxiliá-lo na execução desta tarefa, você terá informações sobre:

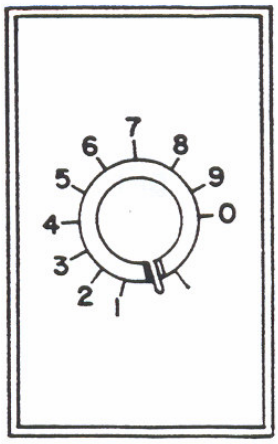
- ✓ Termostato
- ✓ Testes de termostato
- ✓ Termometria – Medida da temperatura
- ✓ Termômetros
- ✓ Escalas termométricas

Para realizar esta tarefa, você vai executar a seguinte operação:

- ✓ Substituir termostato

Termostato

O termostato, ou controle automático de temperatura, é um dispositivo usado para regular de forma automática o funcionamento do sistema de refrigeração. É, em essência, um interruptor que liga e desliga automaticamente o circuito elétrico do motor.



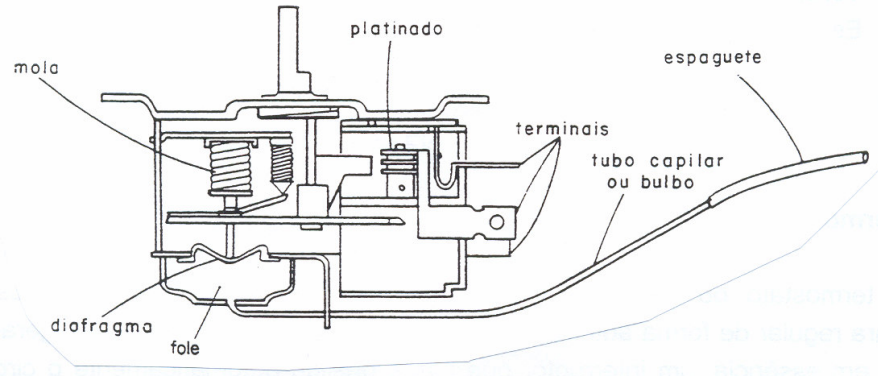
Função do termostato

O termostato tem a finalidade de manter a temperatura adequada à conservação dos alimentos no compartimento do refrigerador. Além disso, em alguns modelos, o termostato permite ajustes manuais para variar os limites de temperatura do evaporador ou mesmo para aumentar ou diminuir a temperatura do gabinete.

O termostato também permite a partida ou a parada do compressor hermético manualmente, através do posicionamento do mostrador nas posições “liga” ou “desliga”.

Funcionamento do termostato

Para compreender o funcionamento do termostato, é preciso conhecer as partes que o compõem. Observe a figura abaixo:



A extremidade do bulbo é colocada bem ajustada no evaporador. Esse bulbo, carregado com fluido refrigerante, é sensível ao calor e absorve a mesma temperatura do evaporador.

Quando a temperatura do evaporador aumenta, o fluido dilata e provoca a expansão do fole que fecha os contatos e liga o compressor hermético. Por outro lado, quando a temperatura do evaporador abaixa, o fluido faz o fole contrair-se, abrindo os contatos do termostato para desligar o compressor.

Teste do termostato

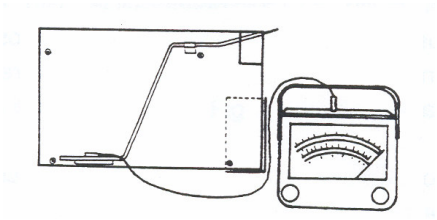
Quando o aparelho funciona com temperatura muito abaixo ou muito acima da temperatura adequada, supõe-se que o defeito esteja no termostato. Para encontrar o defeito, é preciso testar o termostato. Veja, a seguir, algumas situações em que o teste do termostato é necessário:

Aparelho muito frio

Se o botão do regulador estiver no ponto mínimo e a temperatura, muito fria, o regulador deve estar descalibrado.

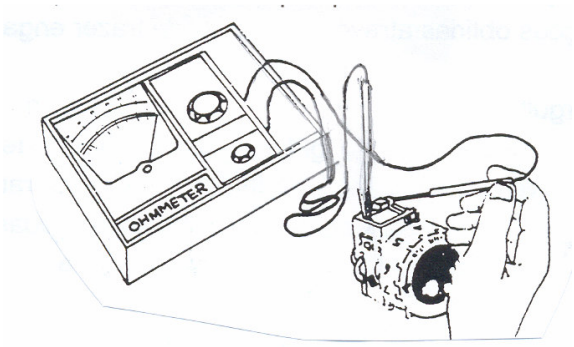
Termostato descalibrado

Coloque o termômetro o mais próximo possível do bulbo sensor. A diferença de temperatura entre o “liga” e o “desliga” deverá ser, no máximo, de 1,7 C. Se a diferença for superior a 1,7 C, o termostato está descalibrado e deve ser substituído. Se a diferença for inferior, o termostato esta em boas condições; não o substitua; procure o defeito em outra parte.

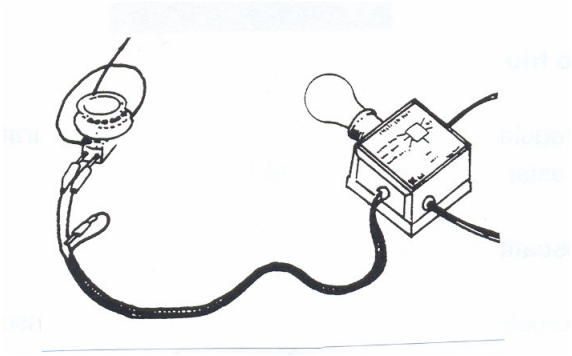


Funcionamento contínuo e muito frio

Se o aparelho funciona sem parar e está demasiado frio, verifique possíveis curto-circuitos ou platinados presos. Se o botão do termostato estiver na posição “desligado”, não deve haver qualquer continuidade nos terminais.



Esse teste também pode ser feito com um cordão de prova, assim: substitua o fusível por uma lâmpada elétrica; coloque as extremidades do cordão nos terminais do termostato e gire o interruptor para a posição “ligado”. Se houver continuidade, a lâmpada acenderá. Se o botão estiver na posição “desligado” não deve existir continuidade.



Aparelho muito quente

Se o aparelho está muito quente, porém cicla, isto é, liga e desliga regularmente, verifique se o botão do termostato está na posição correta. Se o botão estiver posicionado corretamente, verifique a barreira térmica do bulbo sensor, que pode estar danificada; neste caso, é necessário substituí-la.

Você percebeu, então, que o termostato não deve ser consertado em caso de mau funcionamento, e sim substituído.

TERMOMETRIA – MEDIDA DA TEMPERATURA

Afirmar que as temperaturas dos corpos são iguais ou diferentes com base apenas nas sensações obtidas através da pele pode trazer enganos.

Por exemplo, mergulhe a mão direita num recipiente com água fria e a esquerda em outro com água quente. Após certo intervalo de tempo, mergulhe ambas as mãos em água normal, isto é, em temperatura ambiente; provavelmente você irá dizer que a água normal apresenta duas temperaturas, embora ela apresente, na realidade, uma única temperatura.

Como você percebeu, nosso sentido do tato não é adequado para medir a temperatura dos corpos.

Também não podemos medir a temperatura dos corpos de maneira direta, como fazemos ao medir a área de um terreno ou o volume de água de um tanque; isto porque não podemos observar diretamente os átomos e moléculas dos corpos e muito menos seus níveis de vibração.

Logo, as medidas de temperatura são obtidas de maneira indireta, por comparação. E como isso é possível? É possível porque há muitas propriedades físicas dos corpos que variam com a temperatura. Eis algumas:

- ✓ volume de um líquido
- ✓ comprimento de uma barra
- ✓ resistência elétrica de um fio
- ✓ volume de um gás sob pressão constante
- ✓ cor de determinada substância

Qualquer uma dessas propriedades pode ser utilizada na construção de termômetros.

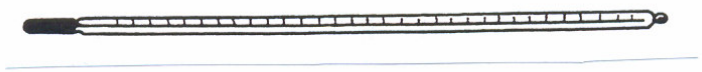
Termômetro

É um instrumento capaz de medir a temperatura dos corpos. Para caracterizar um termômetro é preciso escolher uma determinada substância termométrica, por exemplo o mercúrio, e uma propriedade termométrica dessa substância, como o comprimento da coluna do líquido.

Tipos de Termômetro

Termômetro de líquido em vidro

O termômetro de líquido baseia-se na propriedade que têm os líquidos de se dilatarem muito mais que os sólidos. O termômetro mais comum desse tipo é o de mercúrio.



Por que se dá preferência ao mercúrio? Eis as razões:

- ✓ O mercúrio pode ser obtido em ótimo estado de pureza.
- ✓ O mercúrio é opaco e tem cr contrastante com a do vidro, o que facilita a leitura.
- ✓ O mercúrio se dilata uniformemente com a temperatura e se apresenta no estado líquido num amplo intervalo térmico, cujos extremos são – 38 C e 360 C.
- ✓ O mercúrio não deixa resíduos no vidro, de modo que a massa de mercúrio usada nas medições é sempre constante.

O termômetro clínico, usado para medir a temperatura do corpo humano, possui um estreitamento no capilar, acima do bulbo, que é para impedir o retorno rápido do mercúrio. Esse termômetro permite que se leia a temperatura máxima atingida mesmo que tenha decorrido algum tempo após a medição.

Entre os termômetros de líquido, há também os de álcool. Neste caso, utiliza-se uma substância corante para colorir o álcool e criar contraste entre o álcool e o vidro. Em geral, o corante vai aderindo progressivamente às paredes do capilar, inutilizando o instrumento.

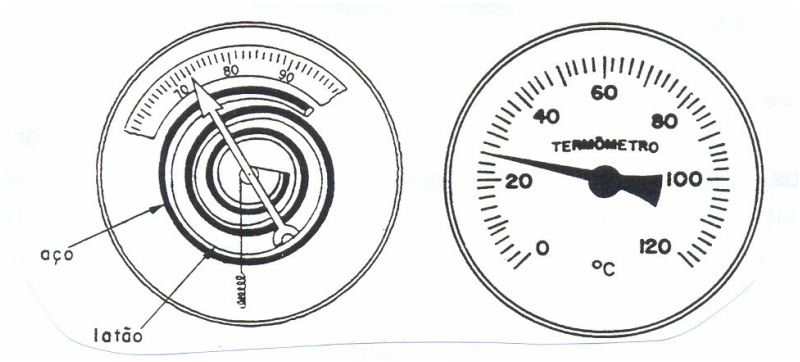
Outro termômetro de líquido em vidro é o termômetro de máxima e mínima, que registra as temperaturas máxima e mínima em um determinado intervalo de tempo.

Termômetro de gás a volume constante

Este termômetro utiliza as variações de pressão de um gás, geralmente hélio ou hidrogênio, mantido o volume constante. É utilizado nos laboratórios, em trabalho científico.

Termômetro metálico

Seu funcionamento é determinado pela propriedade de dilatação dos metais. Veja um termômetro metálico:

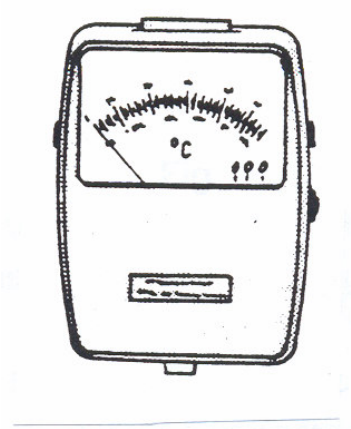


O aquecimento faz com que a espiral bimetálica se encurve, movendo o ponteiro que indica o valor da temperatura.

Termômetro de resistência

Os termômetros de resistência costumam ser os mais precisos de todos os dispositivos para medir a temperatura. Permitem que se tomem medidas com precisão de cerca de 0,001 C.

Seu funcionamento é baseado no fato de que a resistência oferecida à passagem de uma corrente elétrica, por qualquer material, depende de sua temperatura. Este é o termômetro de resistência:

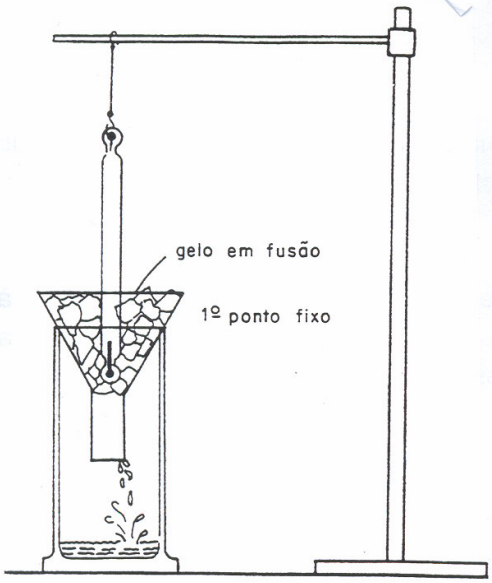


Escala termométrica

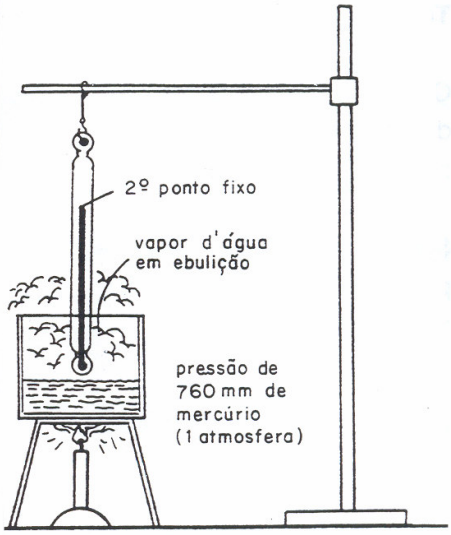
Para que os termômetros possam indicar a variação de temperatura dos diferentes corpos, é necessário que sejam graduados com uma determinada escala termométrica.

Como é construída uma escala termométrica?
Para se construir uma escala termométrica é necessário estabelecer dois pontos fixos, atribuir valores a esses pontos e dividir o intervalo entre eles em partes iguais. Os pontos fixos são selecionados entre determinados fenômenos físicos que podem ser repetidos em condições idênticas quantas vezes for necessário.

Exemplos de ponto fixo:



Temperatura de fusão do gelo

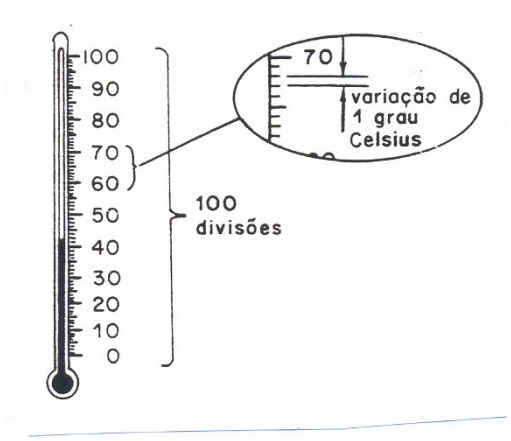


Temperatura de ebulição da água

A partir desses pontos fixos, pode-se criar inúmeras escalas, das quais as mais utilizadas são três: Celsius, Fahrenheit e Kelvin.

Escala Celsius

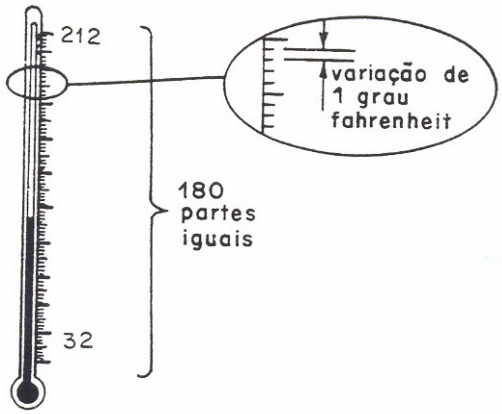
Esta escala foi criada pelo físico sueco Anders Celsius. Ele atribuiu valor zero ao ponto correspondente à temperatura de fusão do gelo e o valor 100 ao ponto correspondente à temperatura de ebulição da água, ao nível do mar. Em seguida, dividiu o intervalo entre os dois pontos fixos em 100 partes iguais. Cada uma dessas partes corresponde à variação de um grau Celsius, como mostra a figura a seguir.



Escala fahrenheit

Esta escala foi estabelecida pelo físico alemão Daniel Gabriel Fahrenheit e é muito utilizada nos países de língua inglesa.

De acordo com a escala fahrenheit, o ponto de fusão do gelo corresponde ao número 32 e o ponto de ebulição da água, ao nível do mar, ao número 212. O intervalo entre esses pontos fixos está dividido em 180 partes iguais e cada uma dessas partes corresponde à variação de um grau fahrenheit.



Escala Kelvin

Com base na teoria dos gases, o físico inglês Lord Kelvin estabeleceu a escala absoluta, conhecida por escala Kelvin ou termodinâmica.

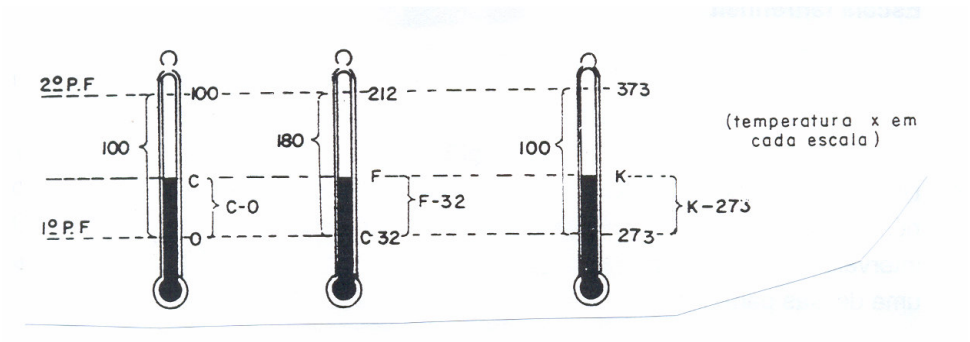
Na escala Kelvin, o ponto de fusão do gelo corresponde ao número 273 e o ponto de ebulição da água, ao nível do mar, ao número 373. Entre esses dois pontos existem 100 divisões.

O zero da escala Kelvin é chamado zero absoluto e ainda não foi atingido na prática. O zero absoluto corresponde à temperatura de –273,15º C.

A partir de 1967, a unidade de temperatura grau kelvin (ºK) passou a ser chamada simplesmente Kelvin (K).

Relações entre as escalas termométricas

Imaginemos três termômetros sobre a mesa de uma sala. O primeiro está graduado na escala Celsius, o segundo, na Fahrenheit e o ultimo, na Kelvin.



Como a temperatura da sala é uma só, o mercúrio sofrerá a mesma dilatação em todos os termômetros, ainda que estejam marcando valores diferentes entre si.

Os segmentos que correspondem à variação de temperatura (2º P.F. – 1º P.F>) são iguais para todos os termômetros; os que correspondem à dilatação do mercúrio, a partir do ponto de fusão do gelo (X-1º P.F.), também são iguais.

Assim, podemos estabelecer as seguintes relações:

$$\frac{X - 1^o \text{ P.F.}}{2^o \text{ P.F.} - 1^o \text{ P.F.}} = \frac{C - O}{100 - O} = \frac{F - 32}{212 - 32} = \frac{K - 273}{373 - 273}$$

Simplificando os numeradores e denominadores, obtemos as fórmulas de correspondência entre as três escalas:

$$\frac{C}{5} = \frac{F - 32}{9} = \frac{K - 273}{5}$$

Logo, você pode estabelecer a correspondência entre quaisquer escalas, desde que conheça os pontos fixos.

Aplicação das fórmulas

1. Transformar 283K em graus Celsius.

   Solução:

   Aplica-se a relação $\frac{C}{5} = \frac{K - 273}{5}$

   Eliminam-se os denominadores que são comuns:

   $C = K - 273$

   Substitui-se a letra K pelo seu valor numérico:

   $C = 283 - 273$

   $C = 10^o$ C

2 . Transformar 104° F em graus Celsius :

   Solução:

   Aplica-se a relação $\frac{C}{5} = \frac{F - 32}{9}$

   Substitui-se a letra F pelo seu valor numérico :

   $\frac{C}{5} = \frac{104 - 32}{9}$

   $\frac{C}{5} = \frac{72}{9}$

$$C = \frac{5 \times 72}{9}$$

$$C = \frac{360}{9}$$

$$C = 40^{o}\ C$$

3. Transformar 80° C em graus fahrenheit :

Solução:

Aplica-se a relação $\frac{F - 32}{9} = \frac{C}{5}$

Substitui-se a letra C pelo seu valor numérico :

$$\frac{F - 32}{9} = \frac{80}{5}$$

$$F - 32 = \frac{9 \times 80}{5}$$

$$F - 32 = \frac{720}{5}$$

$$F - 32 = 144$$

$$F = 144 + 32$$

$$F = 176^{o}\ F$$

Tabela – Conversão de temperatura

Fórmula: $^{o}C = 5/9\ (^{o}F - 32^{o})$ e $^{o}F = (9/5\ ^{o}C) + 32^{o}$

°C	°F	°C	°F	°C	°F
-25.6	-14	- 8.3	17	8.9	48
-25.0	-13	- 7.8	18	9.4	49
-24.4	-12	- 7.2	17	10.0	50
-23.9	-11	- 6.7	20	10.6	51
-23.3	-10	- 6.1	21	11.1	52
-22.8	-09	- 5.6	22	11.7	53
-22.2	-08	- 5.0	23	12.2	54
-21.7	-07	- 4.4	24	12.8	55
-21.1	-06	- 3.9	25	13.3	56
-20.6	-05	- 3.3	26	13.9	57
-20.0	-04	- 2.8	27	14.4	58
-19.4	-03	- 2.2	28	15.0	59
-18.9	-02	- 1.7	29	15.6	60
-18.3	-01	- 1.1	30	16.1	61
-17.8	00	- 0.6	31	16.7	62
-17.2	01	0.0	32	17.2	63
-16.7	02	0.6	33	17.8	64
-16.1	03	1.1	34	18.3	65
-15.6	04	1.7	35	18.9	66
-15.0	05	2.2	36	19.4	67
-14.4	06	2.8	37	20.0	68
-13.9	07	3.3	38	20.6	69
-13.3	08	3.9	39	21.1	70
-12.8	09	4.4	40	21.7	71
-12.2	10	5.0	41	22.2	72
-11.7	11	5.6	42	22.8	73
-11.1	12	6.1	43	23.3	74
-10.6	13	6.7	44	23.9	75
-10-0	14	7.2	45	24.4	76
- 9.4	15	7.8	46	25.0	77
- 8.9	16	8.3	47		

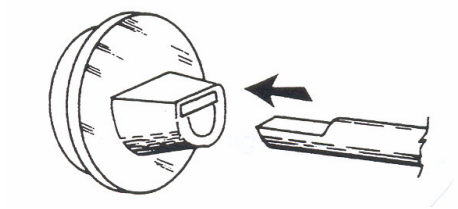
Substituir termostato

Processo de execução

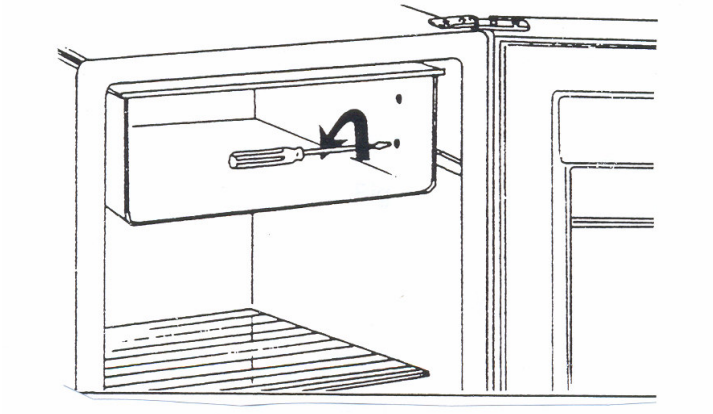
1. Abra a porta de refrigerador e a do evaporador.

   Observação
   Trave a porta do evaporador para a realização do trabalho. Em alguns modelos, retire a porta do evaporador.

2. Retire o botão de controle de temperatura, que é fixado por pressão, puxando-o.

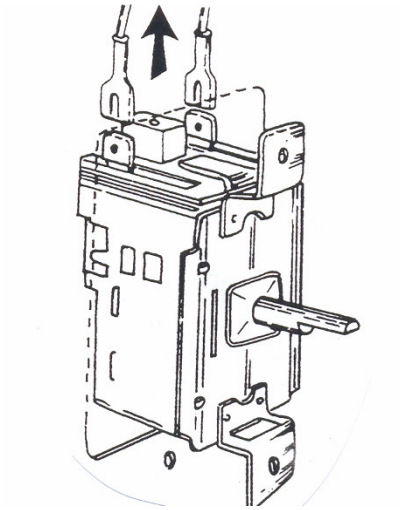


3. Retire os parafusos de fixação do bulbo do termostato.



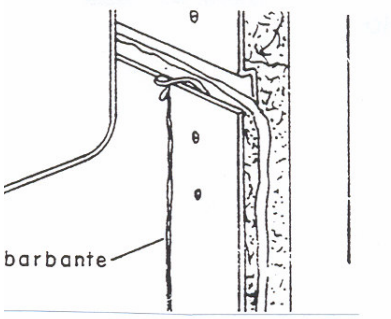
4. Retire os parafusos de fixação do termostato.

5. Puxe ligeiramente o termostato de seu alojamento, girando-o até a posição de saída a 90º .



6. Desconecte as ligações elétricas.

7. Amarre um barbante na extremidade do bulbo e passe uma fita adesiva sobre a amarração para evitar que se solte.



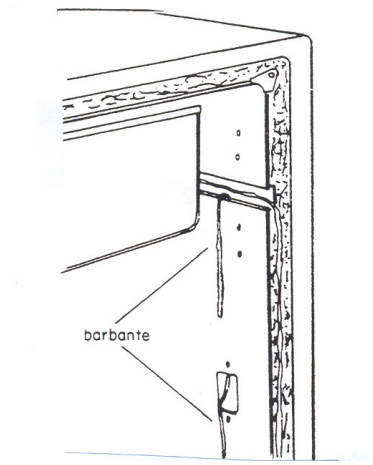
Observação
O barbante servirá de guia para a colocação do novo termostato.

8. Puxe o termostato totalmente para fora.

9. Desamarre o barbante.

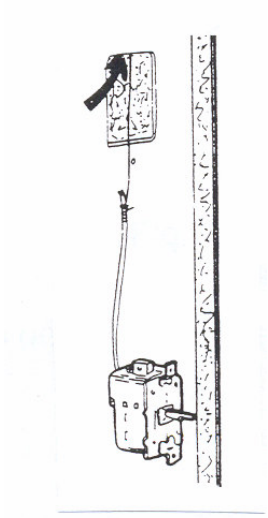
Observação
Em modelos diferentes, siga a orientação do fabricante.

10. Amarre o barbante no novo termostato.



Observação
Na extremidade do bulbo onde o barbante foi amarrado, passe uma fita adesiva para que o barbante não escape.

11. Puxe o termostato pelo barbante até se aproximar da posição final.

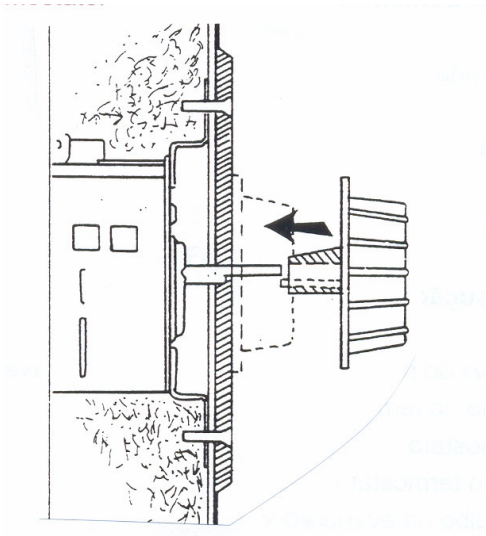


12. Refaça as ligações elétricas.

13. Empurre o termostato para a posição normal, observando a referência do dial.

14. Monte os parafusos e aperte-os.

15. Instale o botão de controle de temperatura, pressionando-o no eixo de acionamento do termostato.



16. Desamarre o barbante.

17. Encaixe o bulbo na braçadeira e aperte-o.
    Observação
    Veja se há bom contato do bulbo no evaporador.

18. Com o auxílio do termômetro, verifique se as temperaturas conferem com aquelas indicadas no manual do fabricante.

19. Feche a porta do refrigerador e a do evaporador.

SUBSTITUIÇÃO DO TERMOSTATO

Ferramentas/instrumentos

- Chave de fenda
- Barbante
- Fita adesiva
- Termostato
- Termômetro

Ordem de execução

1. Abra as portas do refrigerador e do evaporador, travando-as.
2. Retire o botão do termostato.
3. Retire o termostato.
4. Instale o novo termostato.
5. Conecte o bulbo no evaporador.
6. Teste o novo termostato.

SUBSTITUIÇÃO DOS COMPONENTES ELÉTRICOS DO REFRIGERADOR E DO CONGELADOR

Testar e substituir os componentes elétricos do refrigerador consiste em diagnosticar as falhas existentes no circuito elétrico do aparelho.

Esses testes podem comprovar defeitos ou mau funcionamento nos componentes e até mesmo no compressor hermético, pois abrangem todo o circuito elétrico. As irregularidades também podem ocorrer devido à fadiga provocada nos materiais pelo tempo de uso do refrigerador.

Para executar esta tarefa, você vai adquirir conhecimentos sobre:

- ✓ Mata-junta e interruptor
- ✓ Resistor
- ✓ Relé de partida
- ✓ Protetor de sobrecarga
- ✓ Capacitor
- ✓ Lei de Ohm
- ✓ Motor elétrico
- ✓ Corrente alternada
- ✓ Potência em corrente alternada
- ✓ Bornes do compressor hermético

Você vai, também, realizar as seguintes operações:

- ✓ Retirar e colocar mata-junta
- ✓ Testar e substituir componentes do circuito elétrico
- ✓ Identificar bornes do compressor hermético

MATA-JUNTA E INTERRUPTOR

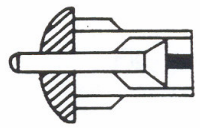
Mata-junta

Mata-junta é um perfilado de plástico usado em refrigeradores. Serve para cobrir o isolamento térmico que há na parte dianteira, entre o gabinete e a caixa interna, e para dar acabamento decorativo. Veja uma mata-junta na figura abaixo.

Ao remover as mata-juntas de um refrigerador que já vem funcionando há tempo, é aconselhável aquece-las com uma toalha umedecida em água morna. Isso evita que elas se quebrem.

Interruptor

Interruptor é um dispositivo que interrompe e restabelece o fluxo de corrente elétrica para a lâmpada fazendo-a funcionar de acordo com as necessidades. A figura abaixo mostra, em corte, um dos interruptores mais usados em refrigeradores.

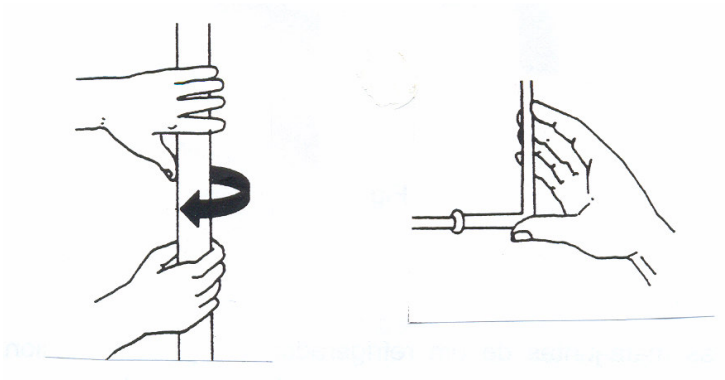


RETIRAR E COLOCAR MATA-JUNTA

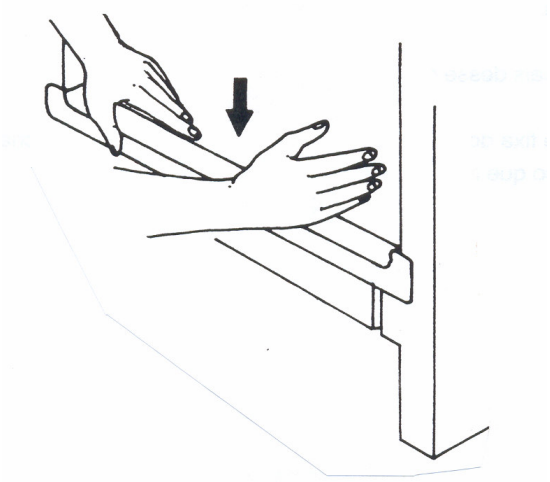
1. Abra a porta do refrigerador.
2. Desligue o termostato.
3. Desligue o refrigerador da rede elétrica.

   Observação
   Não utiliza ferramentas para retirar as mata-juntas.

4. Retire a primeira mata-junta sobreposta.
5. desloque a mata-junta com os dedos pela parte encaixada.



6. Bata com a palma da mão até a retirada.
7. desconecte o interruptor soltando os terminais.
8. Retire as demais mata-juntas, repetindo os passos 5 e 6.
9. Faça o encaixe do perfil da mata-junta no gabinete, obedecendo ã seqüência de montagem.
10. Encaixe as mata-juntas superior e inferior batendo com a mão na parte desencaixada.



11. Conecte o interruptor, encaixe-o no lugar e ligue novamente os terminais.
12. Faça o encaixe do perfil da mata-junta no gabinete, obedecendo à seqüência de montagem.
13. Encaixe as mata-juntas laterais, batendo com a mão na parte desencaixada.

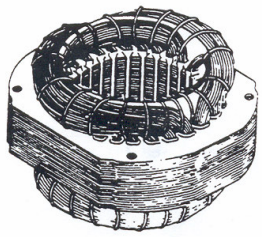
MOTOR ELÉTRICO

Motor elétrico é uma máquina capaz de transformar energia elétrica em energia mecânica.

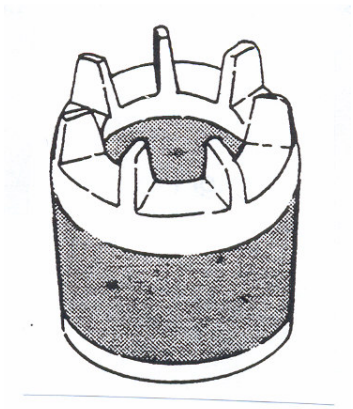
O motor adequado para refrigeração de uso doméstico é o motor monofásico de fase auxiliar , que é uma máquina de pequena potência, alimentado por rede monofásica.

As partes principais desse motor são o estator e o rotor.

Estator é a parte fixa do motor, que não gira. É responsável pela criação de um campo magnético que influencia o motor.



Rotor é a parte giratória do motor. É formado por um pacote de finas lâminas de ferro com silício. Seu eixo é de aço e os extremos são apoiados em rolamentos ou em buchas.



Enrolamentos

No estator há dois enrolamentos . Um deles é o enrolamento principal , também chamado de enrolamento de serviço. Esse enrolamento localiza-se no fundo das ranhuras . O outro é chamado do enrolamento auxiliar e localiza-se sobre o enrolamento principal ou em ranhuras próprias .

A função do enrolamento auxiliar é criar um campo magnético em fase diferente da produzida pelo enrolamento principal. Ë por isso que o motor monofásico recebe o nome de monofásico de fase auxiliar .

Tipos de motor de fase auxiliar

Os motores monofásicos de fase auxiliar podem ser de dois tipos:

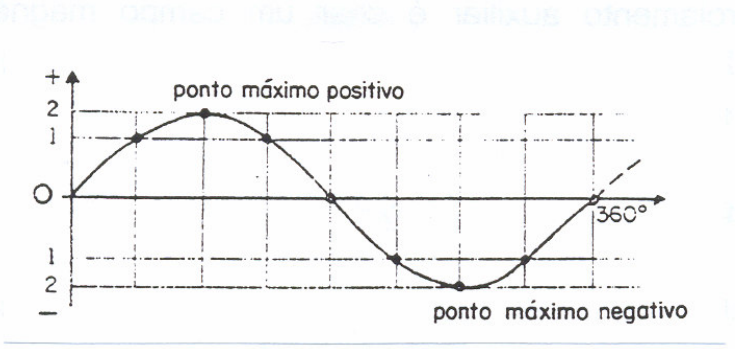
- motor de partida sem capacitor
- motor de partida com capacitor

No motor de partida sem capacitor, o enrolamento auxiliar, durante a partida, fica ligado em paralelo com o enrolamento principal. Quando o motor atinge uma velocidade superior a aproximadamente ¾ da velocidade nominal, o relé desliga o enrolamento auxiliar. O motor passa, então, a funcionar apenas com o enrolamento principal.

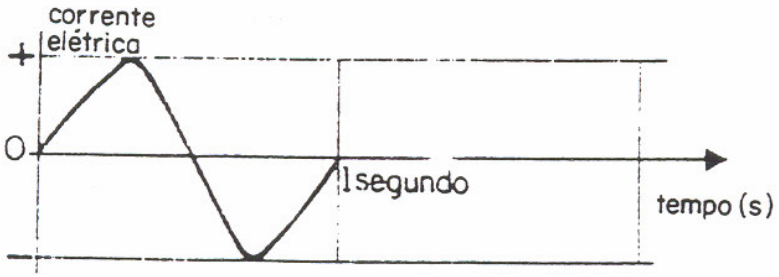
No motor de partida com capacitor, o funcionamento é parecido com o anterior. A diferença é que há um capacitor em série com o enrolamento auxiliar. Esse capacitor, introduzido no circuito, aumenta o torque de partida do motor e proporciona melhor rendimento.

CORRENTE ALTERNADA

Corrente alternada (C.A) é o movimento de elétrons, ora em um sentido, ora em outro. Nesse movimento, a tensão ou a corrente elétrica parte de um ponto zero, desloca-se para um lado e volta para o ponto zero; depois, desloca-se para o outro lado e retorna ao ponto zero, e assim sucessivamente.

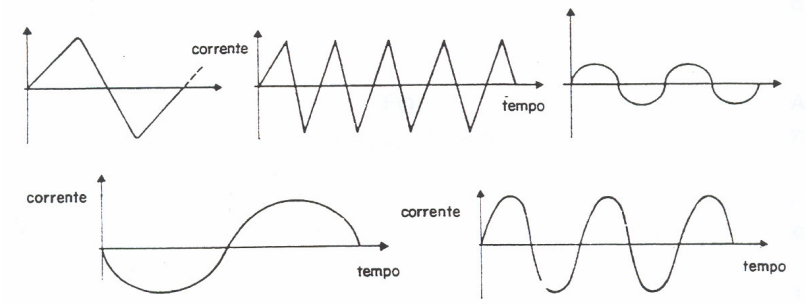


A corrente alternada percorre o condutor alternando seu sentido de deslocamento em intervalos regulares denominados ciclos por segundo. O gráfico abaixo mostra essa variação.



No primeiro semiciclo, a corrente se desloca no condutor com um sentido que chamamos positivo (+), no outro semiciclo, se desloca em sentido contrário, denominado negativo (-).

O gráfico de C.A. pode assumir diversas formas, mas sempre atingirá um ponto máximo negativo e um ponto máximo positivo, cruzando em zero. Veja alguns exemplos na pagina seguinte:



A corrente alternada oferece algumas vantagens: a principal é que podemos aumenta-la, conforme a necessidade. Você sabe que a distância entre as usinas hidroelétricas e as cidades é grande. Por isso, para conduzir a eletricidade de um ponto a outro, costuma-se elevar a sua tensão. Sabendo que, para uma determinada potência, quando a tensão aumenta a corrente diminui, acompanhe um exemplo de calculo para transporte de energia de uma fonte a um consumidor.

Para transmitir uma potencia W de 100 kW com tensão U igual a 100 V, a corrente I, em ampères, será:

$$I = \frac{W}{U} \rightarrow I = \frac{100.000}{100} \quad I = 10A$$

Se a tensão for elevada para 10 000V, para transmitir a mesma potencia a corrente deverá ser :

$$I = \frac{W}{U} \rightarrow I = \frac{100.000}{100} \quad I = 10A$$

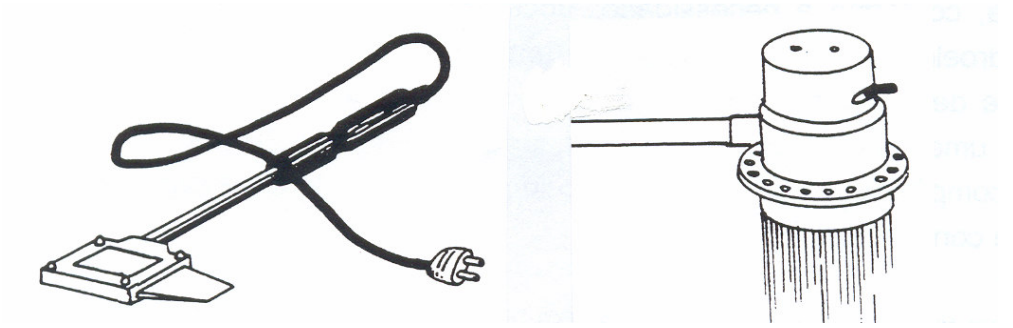
Portanto, diminuindo a intensidade da corrente podemos reduzir a bitola dos condutores, diminuindo, conseqüentemente, a perda da rede. Nas hidrelétricas, a tensão é elevada a níveis situados entre 120 000V e 500 000V para ser transportada até os centros de consumo; aí chegando, a tensão é reduzida até atingir os valores de 110 ou 220V, para uso nas residências.

POTÊNCIA EM CORRENTE ALTERNADA

A potência de um consumidor de eletricidade é a capacidade que ele tem de realizar determinada quantidade de trabalho numa unidade de tempo.

A unidade usada para medir a potência elétrica consumida pelos aparelhos elétricos é o watt, cujo símbolo é a letra W.

Todos os consumidores de energia elétrica são caracterizados pela potência e pela tensão. Veja os exemplos abaixo:



Soldador elétrico
Potência – 100W
Tensão – 110V

Chuveiro elétrico
Potência – 2200W
Tensão – 220V

Nos consumidores de eletricidade, quanto maior for a potência consumida maior será o efeito produzido. Assim, um soldador elétrico de 100W produz mais calor que outro soldador de 80W. Uma lâmpada incandescente de 100W produz mais luminosidade que outra de 60W. Portanto, é necessário conhecer a potência de cada aparelho.

Para calcular a potência consumida por aparelhos elétricos com carga resistiva, isto é, aparelhos que apresentam resistência, como o chuveiro, utiliza-se a seguinte fórmula:

$P = U . I$

Que é conhecida como fórmula fundamental e na qual:
. P = potência, em watts
. U = tensão, em volts
. I = corrente, em ampères

Como exemplo, vamos calcular a potência de um ferro de passar roupas. Sabendo que o amperímetro indica corrente de 5A e o voltímetro indica tensão de 120V, podemos aplicar a formula:

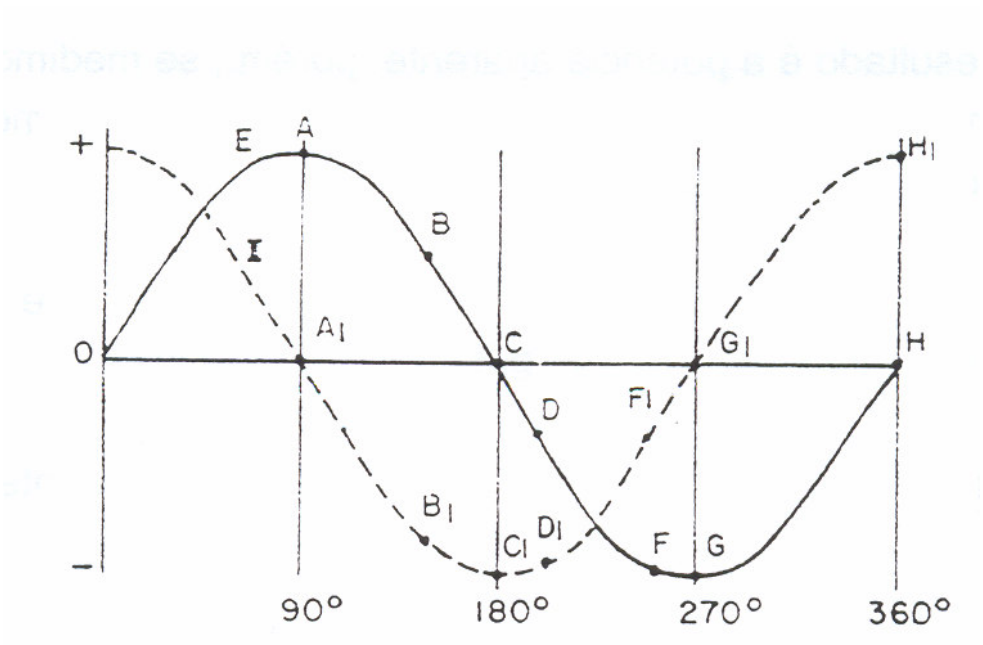
$P = U . I \rightarrow P = 120 . 5$
$P = 600$ W

Fazendo a medição com wattímetro obteríamos a mesma potência.

Contudo, se a potência a ser calculada for de um aparelho com carga indutiva, como, por exemplo, um motor, não podemos simplesmente aplicar a formula $P = U . I$.

E por que não é possível ?

Primeiro, observe o gráfico abaixo : a linha tracejada representa a corrente e a linha cheia, a tensão.



Note que tanto a corrente quanto a tensão apresentam ciclos de aumento e de diminuição de intensidade; observe, também, que há uma diferença ou defasagem entre os picos de tensão e de alta corrente e de baixa tensão e de baixa corrente. Essa diferença é de 90°.

Por causa dessa defasagem, o resultado da formula da formula P = U . I não será considerado em watts (W) e sim em outra unidade de medida, o voltímetro (VA). Isto porque, na aplicação da formula P = U . I ,não é levada em consideração a defasagem entre tensão e corrente. Essa unidade de medida, VA, indica potência aparente (Pa). A potência aparente é uma potência que o motor, à primeira vista, está transformando em trabalho mas, de fato, não está.

Para obter potência aparente, aplica-se a fórmula P = U . I e o resultado é dado em voltampères, (VA). Acompanhe o exemplo:

Considere um motor com as seguintes características:
. tensão da rede = 120 volts
. corrente = 8,75 ampéres

Qual é a potência aparente do motor?

Pa = U . I - Pa = 120 . 8,75 - Pa = 1 050VA

Veja que esse resultado é a potência aparente, porém , se medimos a potência com um wattímetro ligado ao circuito de alimentação do mesmo motor, encontraremos o resultado 736W.

Como calcular, então, a potência efetiva, isto é, aquela que realmente é transformada em energia?

Para isso precisamos de um outro valor além de tensão e corrente: é o fator de potência.

Fator de potência é um número que indica quais são as partes da potência aparente (Pa) que podem ser consideradas potência ativa ou efetiva (Pe).

O fator de potência é o co-seno do ângulo (lê-se fi). Portanto, a fórmula para determinar o fator de potência será:

$$\cos \varphi = \frac{Pe}{Pa}$$

onde: Pe = potência efetiva
Pa = potência aparente

Aplicando os valores numéricos do exemplo anterior temos:

Pe = 736
Pa = 1.050

$$\cos \varphi = \frac{Pe}{Pa}$$

$$\cos \varphi = \frac{736}{1.050}$$

$\cos \varphi = 0{,}700952$

Agora podemos chegar à fórmula final de potência efetiva:

$Pe = U \cdot I \cdot \cos \varphi$

Considerando os valores:

U = 120V
I = 8,75A
$\cos \varphi = 0{,}700952$

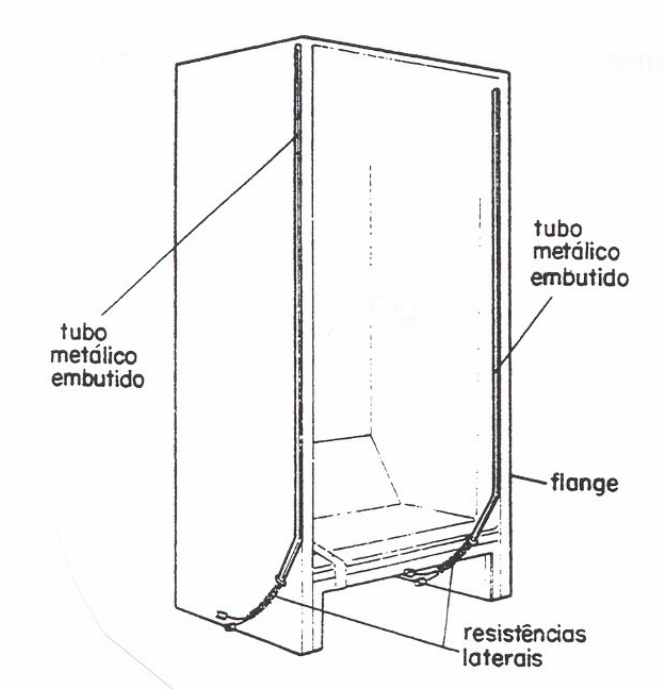
Podemos agora calcular a potência efetiva do nosso motor:

$Pe = U \cdot I \cdot \cos \varphi$
$Pe = 120 \cdot 8{,}75 \cdot 0{,}700952$
$Pe \cong 736W$

RESISTOR

Resistor é um componente elétrico que introduz uma resistência num circuito. Sua função no refrigerador é manter certo grau de aquecimento para auxiliar o ciclo de degelo automático ou evitar condensação nas laterais do refrigerador.

O resistor é fabricado de fio de níquel-cromo revestido com amianto e envolvido por um espaguete de plástico especial.



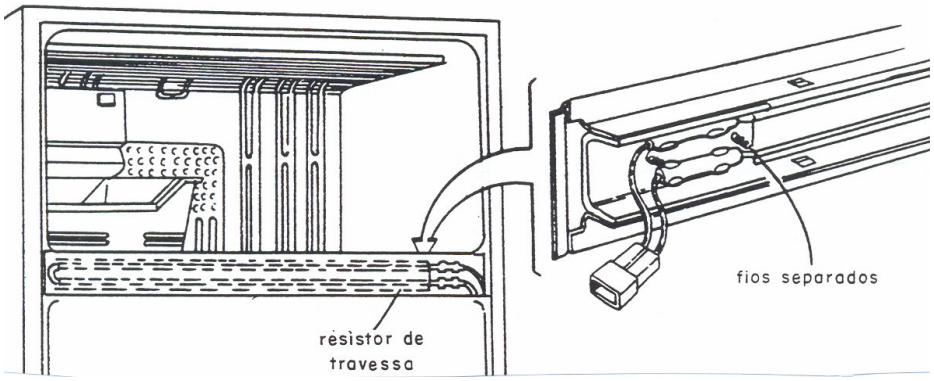
Tipos e localização dos resistores

Resistor compensador

É colocado no flange do gabinete, isto é na parte onde a gazeta se apoia. Serve para evitar a sudação (condensação) nessa parte, devido ao contato entre o ar ambiente e o ar frio proveniente do interior do aparelho. Alguns fabricantes substituíram o resistor compensador por um tubo com gás quente proveniente do condensador.

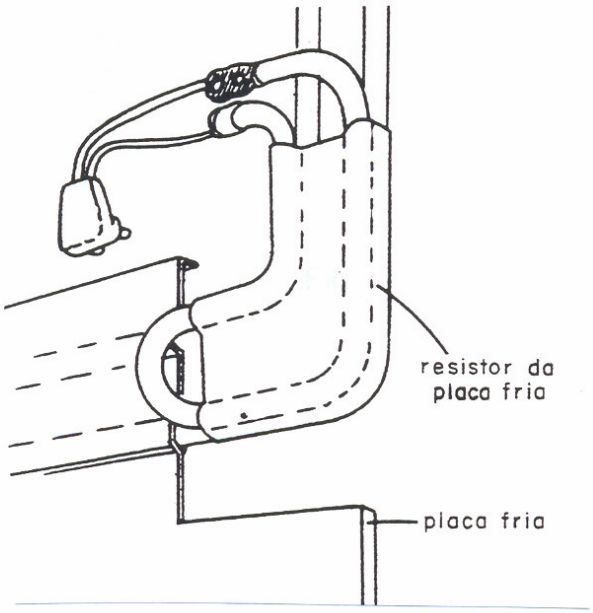
Resistor de travessa

O resistor de travessa tem a mesma função do resistor compensador. No modelo combinado de duas portas, o resistor de travessa localiza-se na travessa superior, que é a parte que separa o refrigerador do congelador. No combinado de três portas, o resistor localiza-se também na travessa inferior.



Resistor do degelo automático

Localiza-se na tubulação que liga a placa fria ao evaporador e, em alguns modelos, também na própria placa fria. A placa fria e o evaporador absorvem calos e refrigeram o espaço interno do aparelho. Nos refrigeradores com circulação forçada de ar, o resistor de degelo é colocado no evaporador.



A função do resistor de degelo é manter o aquecimento por ocasião do degelo automático, acelerando a fusão do gelo.

Os pinos do plugue do resistor de degelo devem ser introduzidos totalmente nos orifícios da tomada, de maneira que não haja espaço para formação de gelo, o que pode provocar um curto-circuito no sistema elétrico.

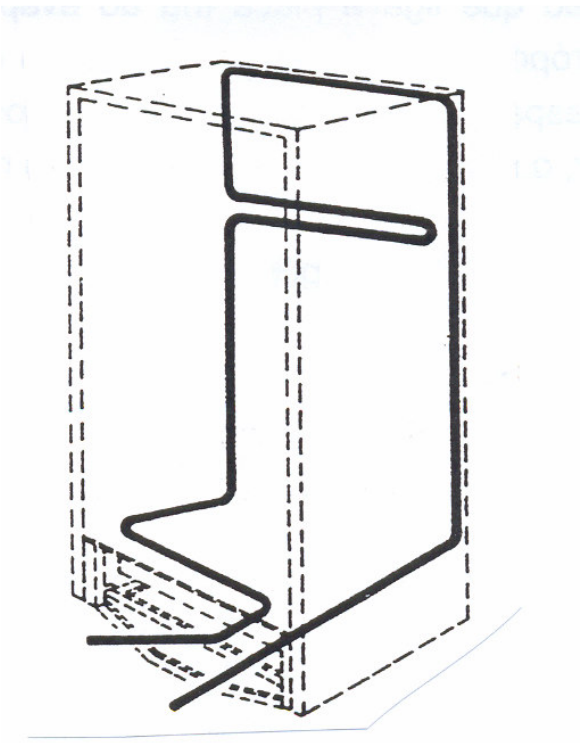
Resistor do coletor de drenagem

O coletor de drenagem é uma bandeja estreita por onde passa água do degelo. O resistor instalado no coletor evita a formação de gelo que impede a passagem da água drenada por ocasião do degelo automático.

Tubo desumidificador

É um tubo pelo qual passa o fluido refrigerante aquecendo as laterais do gabinete.

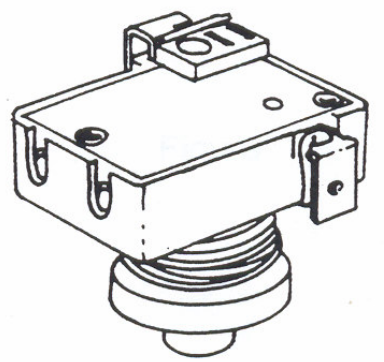
O tubo desumidificador tem a finalidade de eliminar a sudação que pode ocorrer nas laterais do gabinete devido ao clima muito úmido de certas regiões. Dispensa totalmente a necessidade de utilização de resistor compensador.



RELÉ DE PARTIDA

Relé é um dispositivo eletromagnético que liga e desliga o enrolamento auxiliar de um motor. O enrolamento auxiliar é utilizado para dar partida no motor.

O relé de partida mais utilizado em refrigeração é o magnético e serie ou amperímetro.



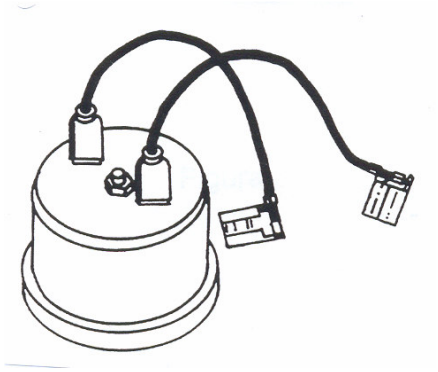
O relé consiste de uma bobina de condutor elétrico adequado ao motor no qual a bobina será conectada. Essa bobina está enrolada em forma de carretel e em seu interior se desloca um núcleo de material ferromagnético que liga e desliga o contato com o enrolamento auxiliar.

A bobina do relé é ligada em série com o enrolamento principal do motor. Quando o motor é ligado, a alta corrente inicial de partida eleva o núcleo por meio da forca magnética e faz com que os contatos de partida se fechem. Com os contatos fechados, o enrolamento auxiliar é conectado em paralelo com o enrolamento principal para fazer funcionar o motor.

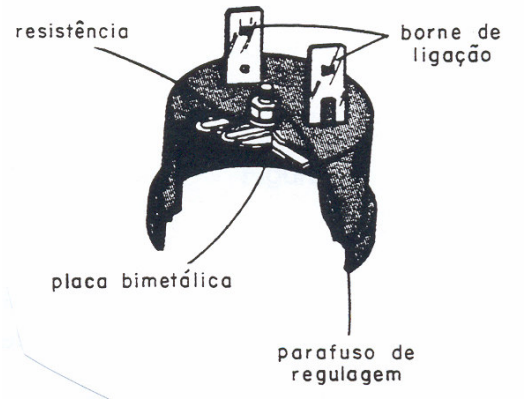
Tão logo o motor adquira velocidade normal, a corrente inicial, que era alta, decresce e reduz a força magnética, agindo sobre o núcleo ferromagnético, abrindo os contatos e desligando o enrolamento auxiliar .

PROTETOR DE SOBRECARGA

Protetor de sobrecarga é um dispositivo térmico de proteção do motor elétrico. É utilizado para evitar o superaquecimento nas bobinas ou para proteger o motor de aumento da corrente elétrica.

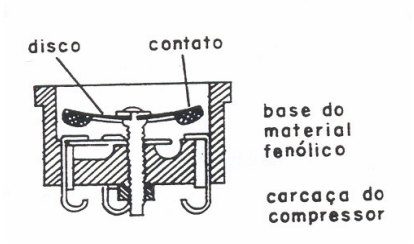


O protetor de sobrecarga é constituído basicamente de um disco bimetálico, isto é, duas laminas com coeficientes de dilatação diferentes, soldadas uma sobre a outra, e de um resistor de aquecimento, como mostra a figura abaixo.

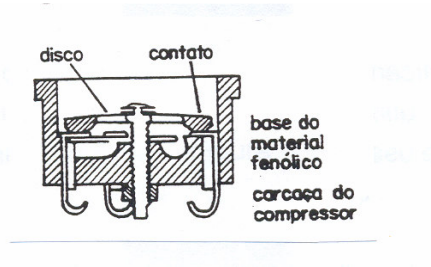


O disco bimetálico possui dois contatos que permanecem fechado quando o motor trabalha em regime normal. O resistor de aquecimento está ligado em serie ao enrolamento principal do motor.

A corrente que alimenta o motor passa através do disco e do resistor; quando o calor gerado nesses dispositivos e no próprio motor ultrapassa o valor máximo permitido, o protetor abre os contatos e desliga o motor .



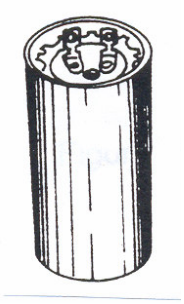
Quando o disco esfria e a temperatura volta ao normal, os contatos são fechados e o motor é religado automaticamente.



CAPACITOR

Capacitor é um componente elétrico usado para armazenar carga elétrica. É constituído de duas placas metálicas separadas por uma substância isolante chamada dielétrico. Na refrigeração encontramos capacitores de marcha (fase) e de partida (eletrolítico).

Veja um exemplo de capacitor na figura abaixo.



O objetivo do capacitar da partida e aumentar o torque ou arranque do motor no momento da partida sem que haja acréscimo de corrente.

A capacitância de um capacitor representa a carga elétrica que ele possui. É uma grandeza elétrica determinada pela unidade de medida farad, representada pela letra F. Por se tratar de uma unidade muito grande, usa-se na prática um submúltiplo, o microfarad, representado por μF, isto é,

$$1\mu F = \frac{1}{1.000.000} F$$

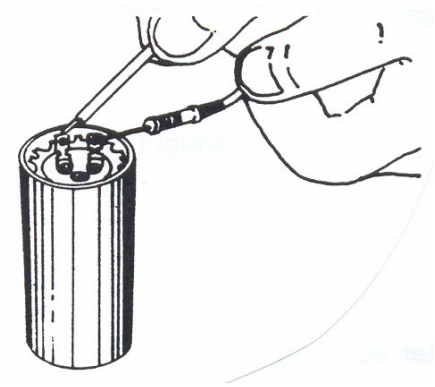
Caso haja necessidade de uso de capacitor, consulte o manual do fabricante do compressor para escolher a capacitância adequada.

O uso do capacitor inadequado pode acarretar variação do torque, prejudicando o funcionamento do motor.

Os capacitores se classificam pelo material dielétrico pelo qual ele é fabricado, no nosso caso, iremos utilizar, os capacitores eletrolíticos. O capacitor de partida, tipo eletrolítico, é usado unicamente para trabalhar por curtos intervalos de tempo.

Um capacitor carregado é muito perigoso, pois retém carga por muito tempo. Se alguém tocar os terminais de um capacitor carregado, a tensão acumulada provocará elevado choque, que pode ser fatal.

Por essa razão, é aconselhável descarregar o capacitor que não está em uso. A melhor forma de descarregá-lo é através da união dos dois terminais, usando um pedaço de condutor elétrico ligado em serie com um resistor de 2 watts e 20 000 ohms. Elimina-se, assim, a possibilidade de se produzir uma centelha de alta tensão. Veja a ilustração abaixo:



TESTAR E SUBSTITUIR COMPONENTES DO CIRCUITO ELÉTRICO

1. Retire as mata-juntas, a travessa de acabamento e a lingüeta retentora da travessa inferior.

2. Retire o soquete, a lâmpada, o termostato, o interruptor, os resistores, o relé de partida, o protetor de sobrecarga e o capacitor de partida.

   Observação
   Consulte o manual do fabricante para retirar esses componentes.

3. Retire o chicote de fios, quando for possível.

4. Teste o interruptor, o termostato, o soquete, a lâmpada e os resistores através do teste de continuidade, usando o ohmímetro.

5. Teste o relé de partida através do cordão de prova, que deverá ser colocado diretamente no compressor. Feito isso, tente a partida direta, isto é, sem utilizar o relé. Se o compressor partir normalmente e se a intensidade da corrente estiver de acordo com as especificações do fabricante, o relé estará com defeito e deverá ser substituído.

6. Teste o protetor de sobrecarga com auxilio do ohmímetro.

7. Teste o capacitor com o ohmímetro, procedendo do seguinte modo: descarregue o capacitor e ligue-o às pontas do ohmímetro. A leitura prontamente se aproximará de zero e aumentará para uma resistência de 100 000 ohms ou mais. Se o ohmímetro nada registrar, o capacitor está com defeito e deve ser substituído.

8. Teste o compressor usando o ohmímetro e o megômetro.

9. Teste a continuidade do chicote de fios

10. Coloque os componentes elétricos no chicote.

11. Coloque as mata-juntas, a travessa de acabamento e a lingüeta retentora da travessa inferior.

12. Limpe e ligue o refrigerador ao analisador.

13. Ligue o voltamperímetro à rede elétrica e observe se os valores encontrados estão de acordo com as especificações do fabricante.

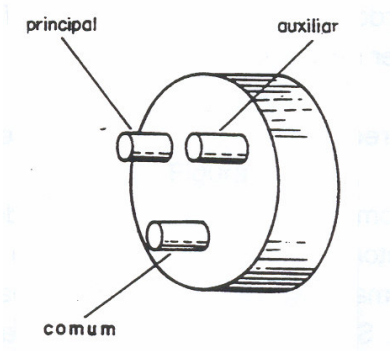
Observações

- Nos congeladores com sistema de congelamento rápido, teste as lâmpadas indicadoras de funcionamento normal ou rápido através do teste de continuidade com multímentro. Se tiver duvidas, consulte o catalogo do fabricante.

- Em alguns modelos de refrigerador, o isolamento térmico é feito com poliuretano injetado.

Bornes do compressor hermético

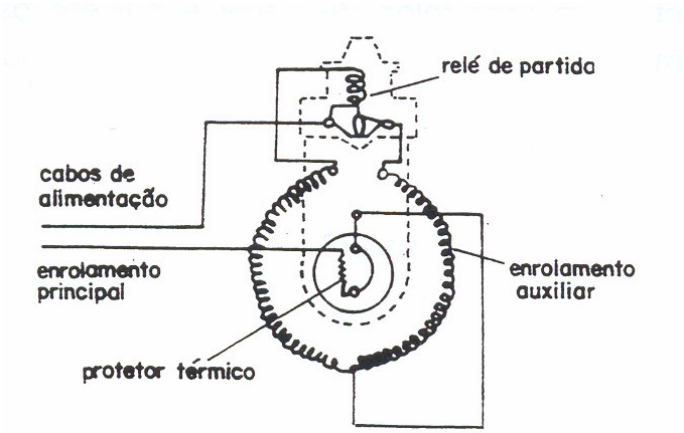
Borne ou terminal é uma peça metálica na qual se conectam o relé de partida e o protetor de sobrecarga. Essa peça possui pinos destinados a fixar os condutores. Veja a figura:



Os bornes fixam os condutores dos dois tipos de enrolamento de um compressor hermético que são:

- enrolamento principal, também chamado de marcha, de trabalho ou serviço.
- enrolamento auxiliar,também chamado de partida.

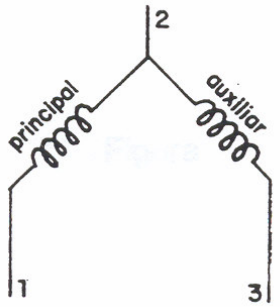
A alimentação dos enrolamentos é feita externamente através de dois cabos, um dos quais está ligado ao protetor de sobrecarga e o outro, ao relé. Observe:



O enrolamento principal apresenta menor resistência ôhmica por possuir menos espirais e por ser feito de um condutor de bitola maior que a do enrolamento auxiliar.

O enrolamento auxiliar sempre é constituído de um condutor de bitola menor e, portanto, tem maior resistência ôhmica.

A soma das resistências ôhmicas dos enrolamentos principal e auxiliar propiciarão a indicação do material comum, que é o ponto de união entre o enrolamento principal e o auxiliar. Veja exemplo:

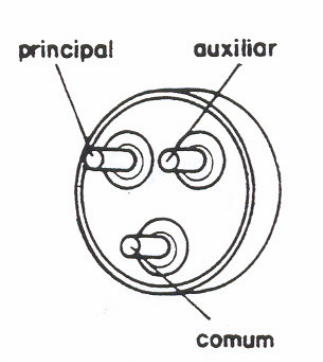


$1 - 2 \rightarrow 2\Omega$
$2 - 3 \rightarrow 5\Omega$
$1 - 3 \rightarrow 7\Omega$

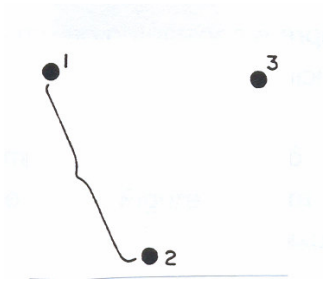
A resistência ôhmica medida entre o terminal comum e cada um dos outros terminais identificará os enrolamentos conectados a esses terminais.

Identificar bornes do compressor hermético

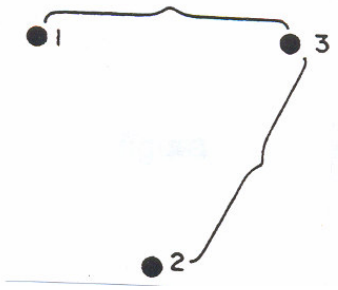
1. Marque três pontos em uma folha de papel e numere os terminais do compressor hermético, considerando as posições dos bornes a serem identificados.



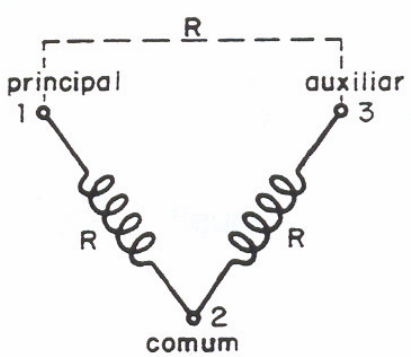
2. Com o auxílio de um ohmímetro, faca a medição da resistência ôhmica entre dois bornes e anote o resultado obtido.



3. Repita a operação, medindo a resistência entre os bornes 2- 3 e 3-1.



4. Dê a nomenclatura aos bornes.



Observação
Os valores da resistência ôhmica poderão variar de acordo com o compressor hermético.

Substituição dos componentes elétricos do refrigerador

Ferramentas / instrumentos

Alicate universal
Alicate de corte diagonal
Chave de fenda
Ohmímetro
Megômetro
Cordão de prova
Voltamperímetro

Ordem de execução

1. Retire os componentes internos (prateleiras, etc.).
2. Retire as mata-juntas, a travessa de acabamento e a lingüeta retentora da travessa inferior.
3. Retire os componentes elétricos do chicote de condutores.
4. Desligue o chicote de condutores e retire-o, se possível.
5. Identifique os bornes do compressor hermético e teste os componentes elétricos.
6. Instale o chicote de condutores, se possível.
7. Instale os componentes elétricos do chicote de condutores .
8. Instale a lingüeta retentora da travessa inferior, a travessa de acabamento e as mata-juntas.
9. Limpe o refrigerador e ligue-o ao volt-wattímetro.
10. Teste a rede elétrica, ligue o aparelho à rede e faça o teste final.

SUBSTITUIÇÃO DE UNIDADE SELADA

A substituição da unidade selada é realizada em alguns tipos de aparelho sempre que há penetração de umidade (água) no sistema por perfuração e vazamento no evaporador.

Os passos a serem seguidos na operação de substituir a uni8dade selada devem estar de acordo com os modelos existentes de refrigerador. Assim, um modelo combinado de duas ou três portas envolve maiores conhecimentos do que um modelo convencional; por sua vez, o modelo com convecção forçada, ou “frost-free”, apresenta componentes que não existem em outros modelos.

Por essa razão, nesta tarefa você receberá informações tecnológicas sobre:

- Unidade selada
- Componentes utilizados na unidade selada
- Isolamento térmico
- Refrigerador com convecção forçada

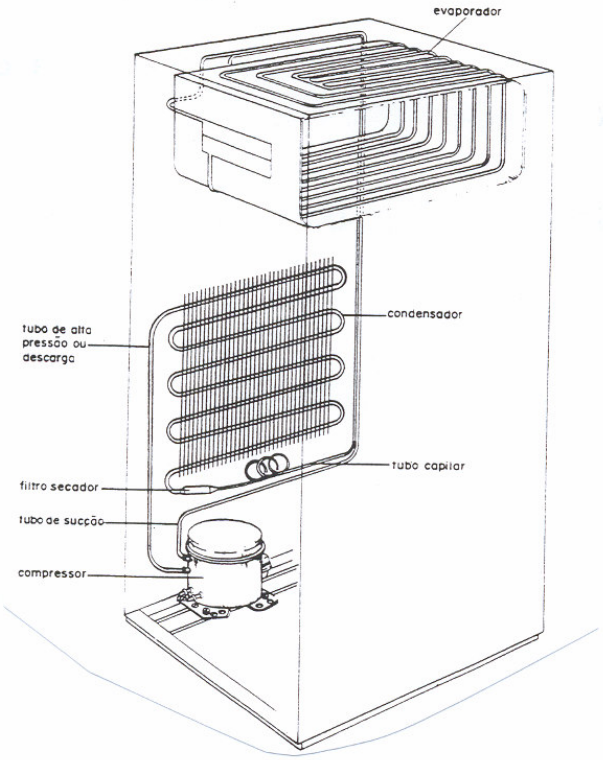
Você vai, também executar as seguintes operações:

- Retirar unidade selada
- Substituir isolamento térmico
- Instalar unidade selada
- Substituir unidade selada dos refrigeradores combinados de duas e três portas
- Substituir unidade selada de refrigeradores com convecção forçada

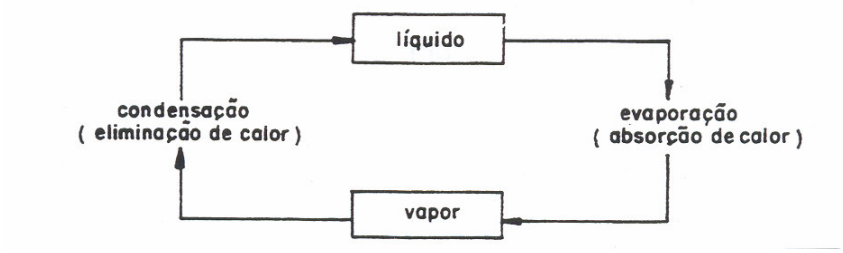
UNIDADE SELADA

Unidade selada ou sistema hermético é um conjunto de componentes soldados ou conectados entre si, responsável pela retirada de calor do interior dos refrigeradores.

Os componentes da unidade selada são: compressor hermético, condensador, filtro, tubo capilar, evaporador, tubo de sucção e tubo de descarga. Observe a figura:



É na unidade selada que se processa o ciclo fundamental da refrigeração. Veja um esquema simples de refrigeração.



Agora vamos ver como se processa o ciclo de refrigeração com compressão simples. Este ciclo compreende quatro elementos fundamentais, que são:

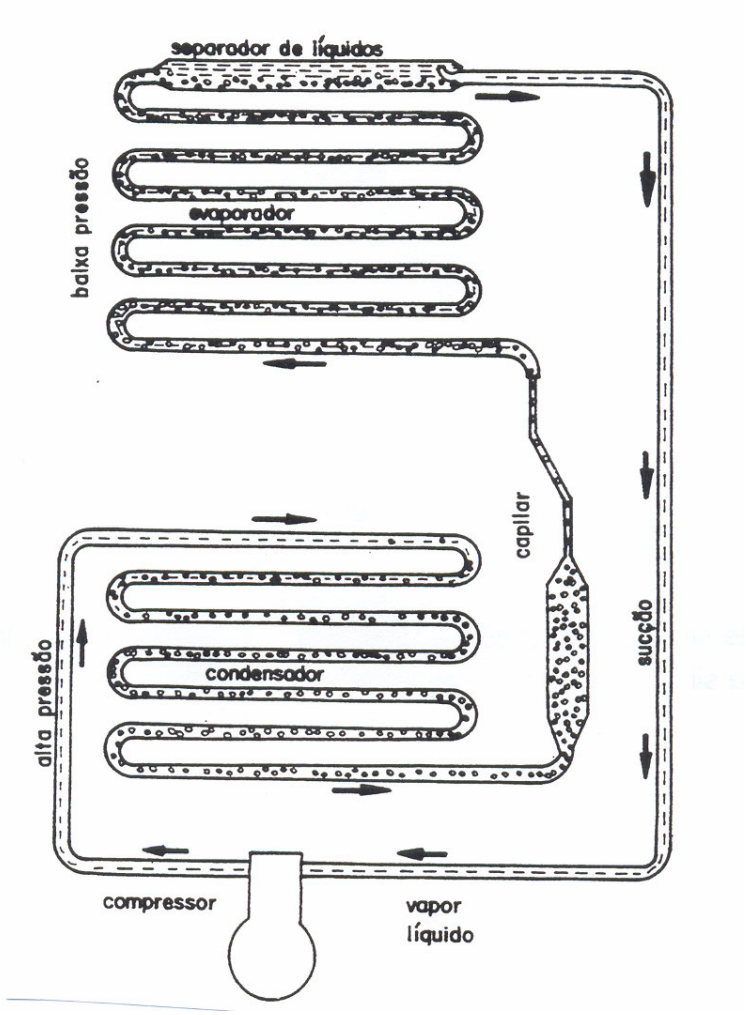
compressor, responsável pela circulação do fluido refrigerante no interior da unidade selada, succionando-o do evaporador a baixa pressão e descarregando-o a alta pressão no condensador;

evaporador, onde a evaporação do fluido refrigerante absorve calor da câmara;

condensador, onde o fluido refrigerante se condensa, rejeitando calor;

capilar, que provoca uma diferença de pressão entre o evaporador e o condensador da unidade selada.

Observe a representação desse ciclo na ilustração a seguir.

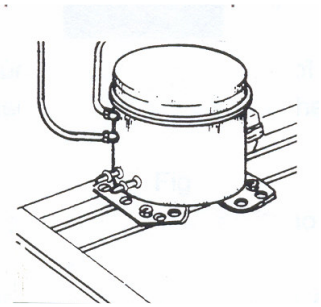


COMPONENTES UTILIZADOS NA UNIDADE SELADA

Compressor

O compressor é a máquina responsável pela sucção e pela compressão dos vapores do fluido refrigerante que circulam pela unidade selada.

O compressor mais utilizado em refrigeração doméstica é o chamado **hermético**. Este tipo de compressor apresenta o motor elétrico acoplado diretamente à bomba compressora e o conjunto é montado no interior de uma carcaça soldada que não permite acesso às partes internas.



Há quatro tipos de compressor hermético de acordo com a maneira de realizar a compressão. Esses tipos são:

centrífugo – usado em grandes instalações e sistemas de condicionamento de ar;

rotativo – muito comum na refrigeração doméstica, é compacto e produz pouca vibração;

helicoidal – ou de parafuso, usado nas instalações de grande porte;

alternativo – tipo mais empregado em todos os campos da refrigeração.

Por ser este último o tipo mais utilizado em refrigeração, veremos a seguir alguns detalhes de seu funcionamento.

Para o bom funcionamento do compressor alternativo, é necessário que ele contenha um óleo lubrificante, cuja finalidade é diminuir o atrito e o conseqüente desgaste das peças móveis.

Embora o óleo esteja somente no compressor, ele também circula em pequenas quantidades através de todo o sistema, juntamente com o refrigerante, que é o fluido responsável pela absorção de calor do evaporador.

Óleos lubrificantes

Para fins práticos, podemos classificar os óleos em:

- **óleos minerais**: formados por grande número de compostos de hidrogênio e carbono; podem ser parafínicos, naftênicos e aromáticos;

- **óleos graxos**: de origem vegetal ou animal;

- **óleos compostos**: mistura de óleo graxo com óleo mineral.

- **óleos poliéster**: usado nos compressores que trabalham com refrigerantes ecológicos.

Os óleos usados nos compressores de sistemas de refrigeração diferem apreciavelmente daqueles usados em outros tipos de equipamentos. Portanto, o óleo lubrificante deve ser adequado ao ambiente de alta temperatura do compressor e evitar reações indesejáveis com o refrigerante.

Funcionamento do ciclo de refrigeração

O vapor do fluido refrigerante contido na unidade selada é comprimido no compressor. Todo o calor resultante do trabalho de compressão se transfere para o refrigerante que, ainda em estado gasoso, vai para o condensador.

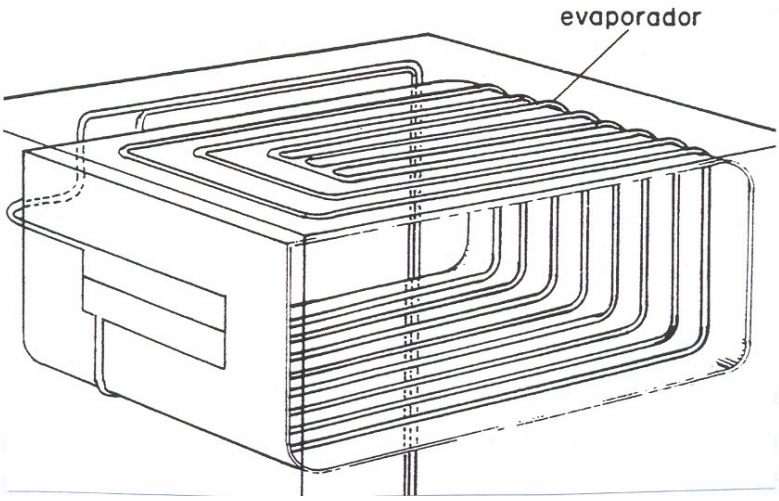
Ao chegar ao condensador, o refrigerante em estado gasoso se liquefaz porque o ar externo absorve grande parte do calor e reduz a temperatura do refrigerante.

O refrigerante, agora líquido, atravessa um filtro, entra no tubo capilar sob alta pressão e dirige-se para o evaporador. Ao encontrar a baixa pressão existente no evaporador, o refrigerante começa a se expandir e muda novamente do estado líquido para gasoso.

O refrigerante vaporizado volta novamente ao compressor através de sucção e reinicia o ciclo.

Evaporador

O trocador de calor, conhecido como evaporador, é a parte do sistema de refrigeração em que o refrigerante muda do estado líquido para o estado de vapor. Essa mudança é chamada evaporação e daí vem o nome desse componente.

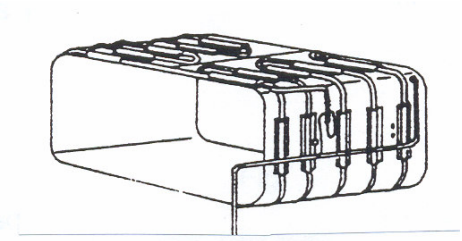


A finalidade do evaporador é absorver o calor do compartimento interno do aparelho de modo a manter o compartimento numa temperatura adequada de conservação dos alimentos.

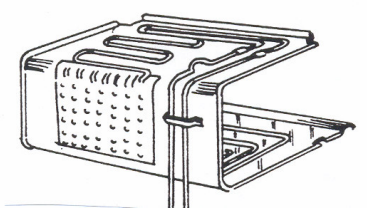
Basicamente, a circulação do refrigerante no evaporador é feita por uma tubulação em ziguezague estampada ou fixada no evaporador. O refrigerante entra por uma extremidade do tubo, percorre todo o seu comprimento e depois retorna ao compressor pela outra extremidade.

Existem dois tipos de evaporador: tubular e “roll-bond”.

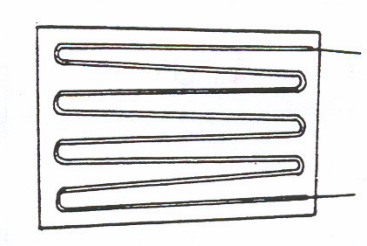
O evaporador tubular é uma peça de alumínio semelhante a um tubo achatado. Nessa peça está presa uma tubulação de cobre ou alumínio que conduz o gás refrigerante.



O evaporador “roll-bond” é uma placa de alumínio dobrada, com uma abertura na frente. A tubulação por onde passa o gás refrigerante é estampada na placa do evaporador.



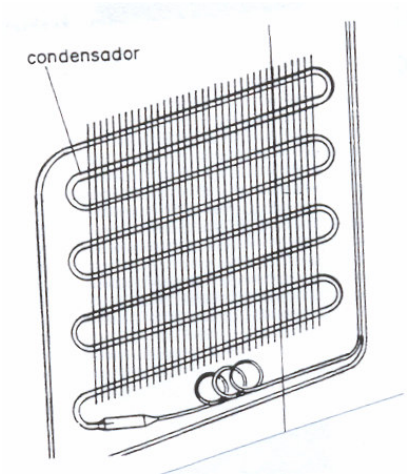
O evaporador “roll-bond” também pode ser plano; neste caso, é chamado placa fria e é utilizado nos refrigeradores do tipo combinado de duas portas, combinado de três portas e nos refrigeradores pequenos encontrados em hotéis e escritórios.



O bom funcionamento do evaporador depende de sua superfície externa; por isso, a camada de gelo que se acumula sobre o evaporador não deve ultrapassar a espessura de cinco milímetros para que não se transforme em isolante, impedindo a troca de calor.

Condensador

O condensador é o componente da unidade selada que fica geralmente na parte externa traseira do refrigerador. É formado por uma tubulação em ziguezague, semelhante à do evaporador.



A função do condensador é receber os vapores comprimidos e quentes vindos do compressor e resfriá-los, fazendo-os passar para o estado líquido.

Os condensadores usados em refrigeração doméstica são os resfriados a ar. A circulação do ar através do condensador pode ser natural ou forçada.

Condensador com circulação natural

O condensador com circulação natural de ar possui uma série de aletas ou pequenas lâminas de aço, entre as quais passa a tubulação. A finalidade dessas aletas é aumentar a superfície de contato com o ar.

O processo natural de remoção de calor é simples: o ar atmosférico, em contato com as paredes quentes do condensador, aquece-se; o ar quente, por ser menos denso, sobe e dá lugar ao ar fresco que também é aquecido e sobe, produzindo então uma circulação natural e contínua pelo condensador.

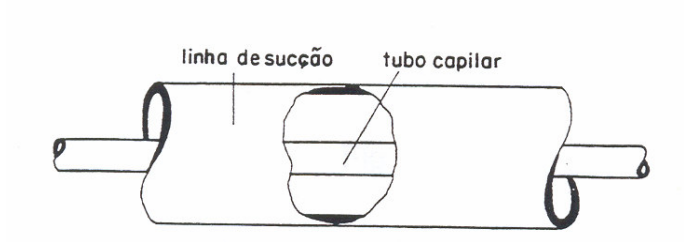
Condensador com circulação forçada

O condensador com circulação forçada possui um ventilador com função de exaustor que força a circulação do ar entre as aletas; estas funcionam como dissipadoras do calor, renovando constantemente o ar.

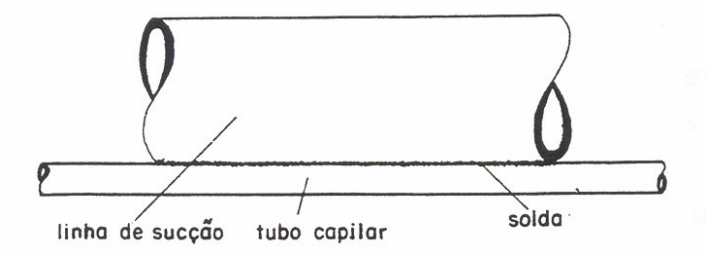
Tubo capilar

O tubo capilar é um tubo de cobre com diâmetro interno reduzido.

O tubo capilar pode estar localizado dentro do tubo de sucção em posição coaxial, isto é, no mesmo eixo.



Ou pode estar soldado ao longo da parte externa da linha de sucção, em paralelo.



A função do tubo capilar, devido ao seu diâmetro e comprimento, é manter uma diferença de pressão entre os lados de alta e de baixa pressão do sistema frigorífico, de modo a possibilitar a mudança de estado do fluido refrigerante.

O comprimento e o diâmetro do capilar são determinados em função do aparelho no qual o capilar será colocado. Essas medidas não devem ser alteradas, em hipótese alguma.

Além dos componentes básicos já vistos, ainda fazem parte da unidade selada:

Tubo de alta pressão ou tubo de descarga

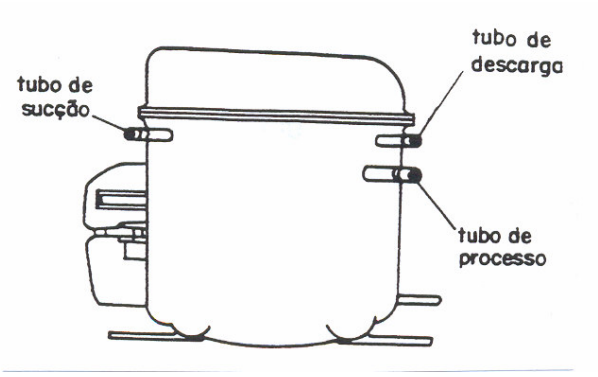
O tubo de alta pressão ou de descarga é geralmente feito de cobre e recebe o refrigerante em estado gasoso, bombeado pelo compressor.

Tubo de baixa pressão ou tubo de sucção

O tubo de baixa pressão ou de sucção é feito de cobre e liga a saída do evaporador à entrada do compressor. É através do tubo de baixa pressão que circula o refrigerante em estado de vapor. O tubo de baixa pressão também é conhecido como trocador de calor.

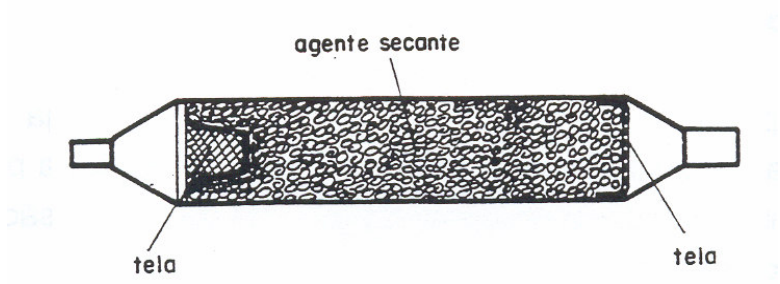
Tubo de serviço, de carga ou de processo

É um tubo de cobre com diâmetro de 6,35mm ou 1/4 de polegada e comprimento de 150mm. Está localizado no compressor e é utilizado para fazer a evacuação, carregar a unidade com gás refrigerante e medir a pressão.



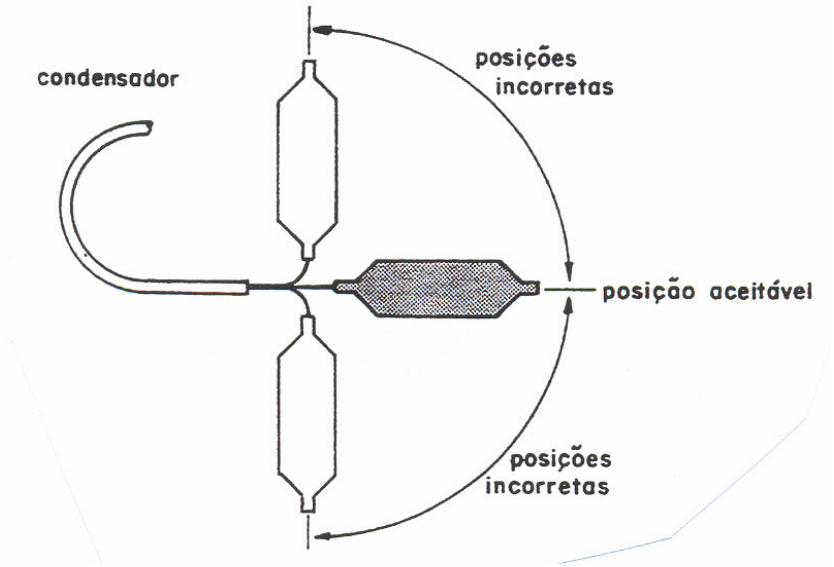
Filtro secador

Filtro secador ou desidratador é um cilindro de cobre e que apresenta internamente, em uma extremidade, uma tela fina de latão; na outra., uma tela grossa, e no meio, um elemento absorvente de umidade, chamado agente secante ou molecular "sieve".



A função do filtro secador é eliminar possíveis vapores de água e impurezas, muito prejudiciais ao funcionamento do sistema de refrigeração.

A posição do filtro secador deve ser vertical ou no máximo horizontal, em relação ao aparelho; a saída onde é inserido o tubo capilar deve estar voltada para baixo. Observe que o capilar deve ficar, no máximo, a 10mm de distância da tela.



ISOLANTE TÉRMICO

Isolante térmico é qualquer material que, interposto entre dois ambientes com temperaturas diferentes, impede ou retarda a transmissão de calor do ambiente mais quente para o mais frio.

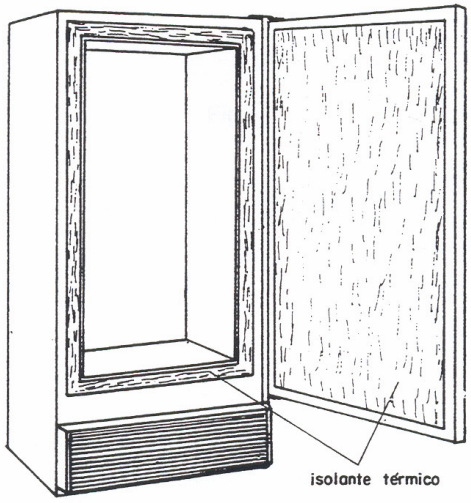
Em refrigeração, utilizam-se diversos tipos de isolante térmico, que são determinados de acordo com o trabalho a executar.

Os isolantes térmicos devem apresentar as seguintes propriedades:

- baixo coeficiente de transmissão de calos;
- boa resistência estrutural;
- peso leve, para não sobrecarregar o peso do aparelho;
- pequena espessura para facilitar o isolamento;
- ausência de cheiro;
- resistência às mudanças de temperatura sem apresentar deformações;
- grande resistência ao fogo;
- economia do ponto de vista de aquisição e de montagem.

Os materiais isolantes mais comuns são: lã de vidro, lã de rocha, poliestireno expandido, cortiça e, mais modernamente, poliuretano expandido.

Em refrigeração, o isolante mais usado atualmente é o poliuretano expandido; este isolante é colocado entre a caixa interna e o gabinete, bem como na parte interna da porta, a fim de impedir a entrada de calor no espaço a ser refrigerado.



RETIRAR UNIDADE SELADA

1. Retire os componentes internos do refrigerador, tais como prateleiras, gavetas e vidros.

2. Solte a mola da porta do evaporador e retire os parafusos da porta.

3. Retire a porta do evaporador.

   Observação
   Se necessário, retire as mata-juntas.

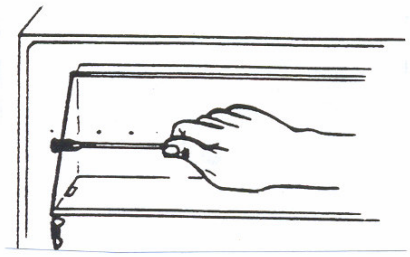
4. Solte o bulbo do termostato com auxílio de chave cotoco.

5. Retire o painel frontal inferior.

   Observação
   Quando houver bandeja, retire-a.

6. Remova a braçadeira da linha de sucção da parte inferior do gabinete.

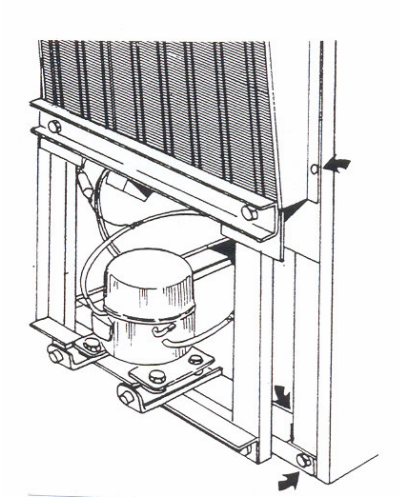
7. Retire os parafusos de fixação do evaporador e solte-o.



   Observação
   Coloque o evaporador no suporte apropriado.

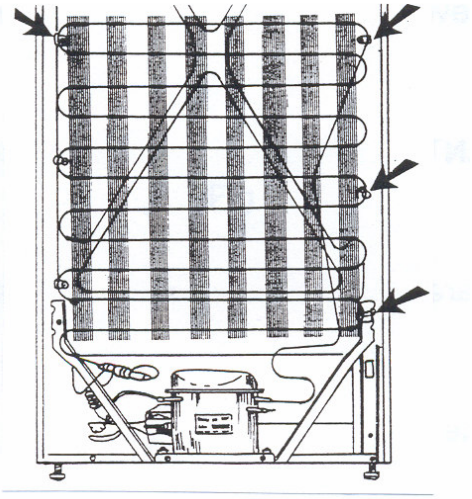
8. Desfaça as ligações elétricas do compressor.

9. Solte os parafusos do suporte do compressor.



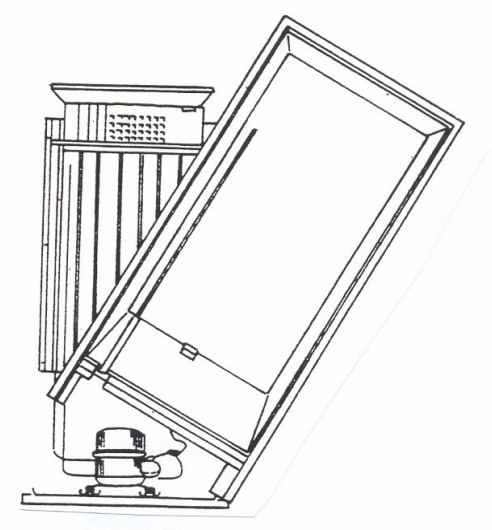
Observação
Em alguns casos, é necessário soltar o compressor.

10. Retire os parafusos de fixação do condensador.



Observação
Deixe o parafuso localizado no lado direito superior por último.

11. Incline o gabinete e retire a unidade selada.



12. Coloque toda a unidade cavalete.

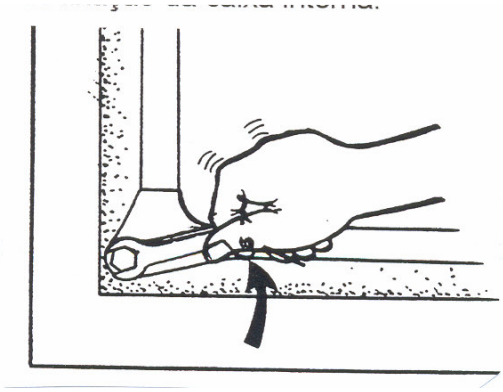
Observações

- Em alguns modelos é necessário cortar a tubulação para permitir a retirada da unidade selada.
- Se for possível, deve ser retirado o isolamento térmico.

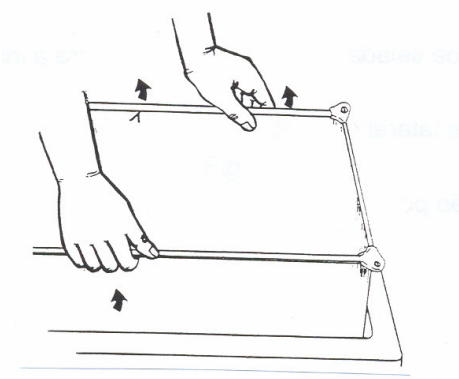
SUBSTITUIR ISOLAMENTO TÉRMICO DE LÃ DE VIDRO

1. Incline o gabinete para trás e encoste-o com cuidado num local de apoio previamente forrado.

2. Retire os parafusos de fixação da caixa interna.



3. Desloque a caixa interna até sua saída total.



4. Retire ordenadamente as mantas do isolamento térmico.

   Observação
   Arrume as mantas sem dobra-las e em lugar seco.

   Precaução
   Use luvas protetoras e evite encostar as mantas no rosto.

Para instalar o isolamento térmico, proceda de modo inverso.

1. Arrume as mantas de isolamento térmico dentro do gabinete.

2. Coloque a caixa interna cuidadosamente dentro do gabinete.

3. Aperte os parafusos da caixa interna.

4. Coloque o gabinete na posição vertical e instale a unidade selada.

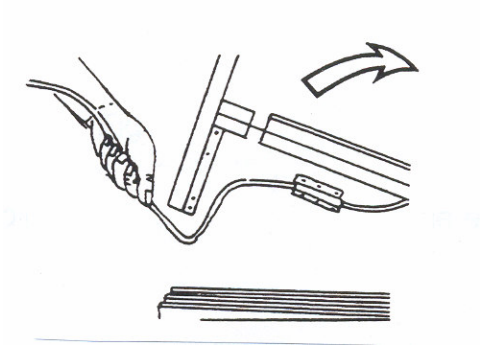
   Observação
   Se o isolamento térmico for de poliuretano, não poderá ser retirado nem substituído.

INSTALAR UNIDADE SELADA

1. Coloque a unidade selada em posição correta para a instalação.

2. Incline o gabinete lateralmente.

3. Passe a tubulação por baixo dos pés do gabinete.



4. Coloque a unidade no gabinete.

   Precaução
   Controle a tubulação para não amassar nem romper parte do conjunto.

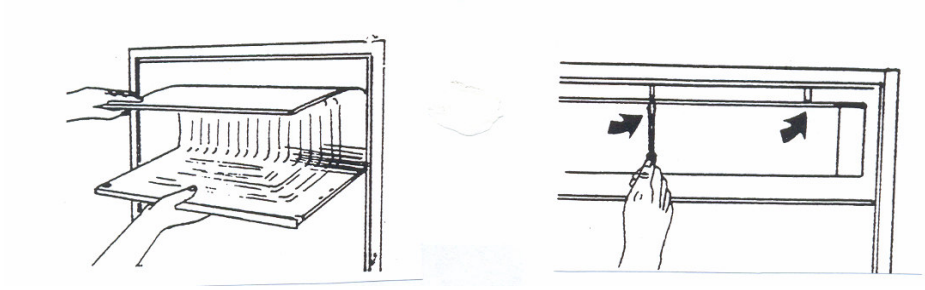
5. Coloque os dois parafusos que fixam a parte superior do condensador no gabinete.

6. Coloque a base do compressor no gabinete e dê o aperto final nos parafusos, inclusive do condensador.

7. Faça as ligações elétricas do compressor.

   Observação
   Verifique os bornes do compressor com o auxílio do ohmímetro e siga o diagrama para instalar os componentes elétricos.

8. Posicione o evaporador no interior do gabinete e aperte os parafusos de fixação.



9. Coloque a braçadeira da linha de sucção na parte inferior do gabinete.

10. Coloque o painel inferior.

11. Fixe a cobertura superior da linha de sucção.

12. Fixe o bulbo do termostato no evaporador.

13. Instale a porta do evaporador.

14. Ligue o refrigerador à rede elétrica.

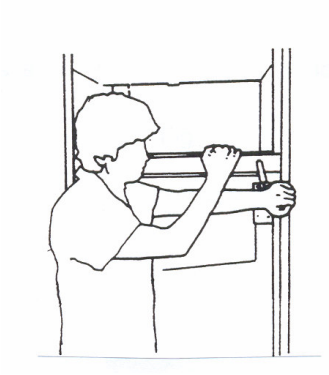
15. Faça o teste final com o auxílio de voltamperímetro, termômetro e wattímetro, conforme orientação do fabricante.

SUBSTITUIR UNIDADE SELADA DOS REFRIGERADORES COMBINADOS DE DUAS E DE TRÊS PORTAS

1. Retire prateleiras, gavetas e portas.

2. Retire as mata-juntas.

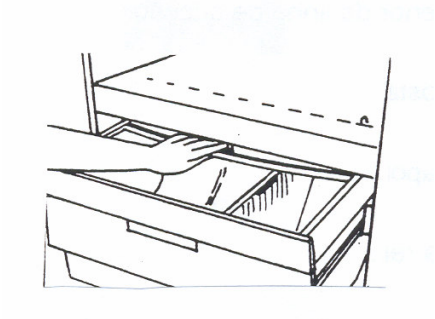
3. Solte os parafusos da travessa superior e, com auxílio do ombro e braço esquerdos, solte a extremidade direita da travessa.



4. Solte a outra extremidade da travessa e puxe-a para fora com cuidado.

5. Desconecte os terminais do chicote de condutores para soltar a resistência da travessa e o interruptor de luz.

6. Solte a tampa do recipiente de verduras ou hidratador, pressionando-a para baixo.



7. Retire o recipiente de verduras ou hidratador.

8. Pressione a moldura da travessa interior para cima e desencaixe-a com cuidado, junto com o isolante.

9. Retire a moldura, o isolamento e a cobertura do isolamento.

10. Solte a extremidade direita da travessa com o auxílio do ombro e braço esquerdos.

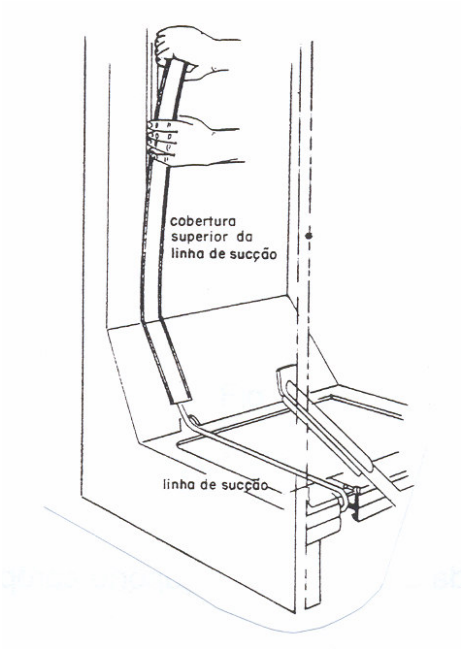
11. Solte a outra extremidade e puxe a travessa com cuidado.

12. Desconecte os terminais do chicote de condutores, soltando a travessa e sua resistência.

13. Retire os parafusos que fixam a placa fria no compartimento refrigerador.

14. Retire o coletor de drenagem.

15. Retire a cobertura superior da linha de sucção.



16. Retire o arremate inferior ou rodapé do refrigerador.

17. Solte o pré-resfriador.

18. Solte o fabricador de gelo, se houver.

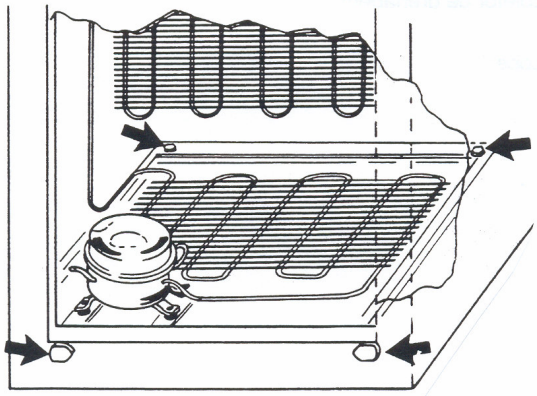
19. Retire os parafusos que fixam o evaporador.

    Observação
    Em alguns modelos, é necessário cortar a tubulação para soltar o evaporador.

20. Retire o condensador.

21. Retire a base do compressor.

    Observação
    Em alguns modelos é necessário soltar a fixação do pré-condensador.



22. Retire a unidade selada e coloque-a no suporte apropriado.

23. Instale a unidade selada no gabinete.

24. Fixe o condensador e a base do compressor no gabinete.

25. Instale o evaporador, obedecendo à ordem inversa do procedimento já descrito.

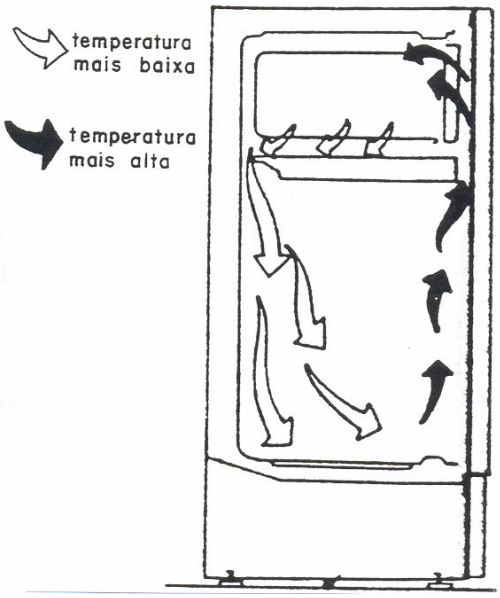
26. Faça o teste final de funcionamento.

CONVECÇÃO DO AR

Convecção natural

Convecção é a passagem de energia térmica de uma região para outra, com formação de correntes, em que as moléculas sobem e descem. É dessa maneira que se processa a transferência de calor entre o evaporador e os alimentos a serem refrigerados.

A convecção ocorre sempre que o ar perde calor e torna-se mais denso. Assim, a massa de ar resfriada desce e a massa de ar mais quente sobe, formando um ciclo contínuo.



Convecção forçada

Em alguns aparelhos, a circulação de ar é feita através de um ventilador chamado forçador de ar, que intensifica a transferência de calor cós alimentos para o evaporador.

REFRIGERADOR COM CONVECÇÃO FORÇADA

Refrigerador com convecção forçada é aquele que possui um sistema de circulação forçada de ar, comercialmente conhecido como “frost-free”. Este sistema elimina a formação de gelo na parte aproveitável do congelador e o conseqüente degelo periódico.

A circulação forçada de ar é feita por meio de um ventilador, localizado junto ao evaporador.

O sistema de convecção forçada requer um regulador de temperatura ou termostato e um controlador de vazão de ar.

Regulador de temperatura ou termostato

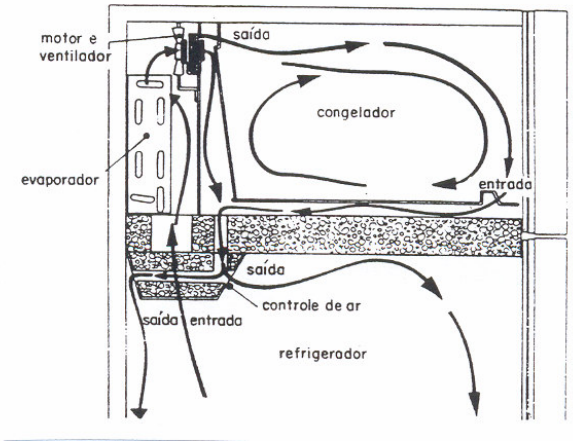
É o componente que tem por finalidade ligar e desligar a unidade refrigeradora, mantendo as temperaturas internas adequadas á conservação dos alimentos.

Controlador de vazão de ar

O controlador ou regulador de ar é o dispositivo responsável pelo controle da circulação de ar do compartimento congelador para o compartimento refrigerador.

Conforme o acionamento do botão de controle, o ar fluirá em maior ou menor quantidade. O ajuste do termostato e do controlador de ar depende da temperatura ambiente onde se encontra o refrigerador.

Veja, na figura a seguir, como é o processo de circulação forçada de ar.

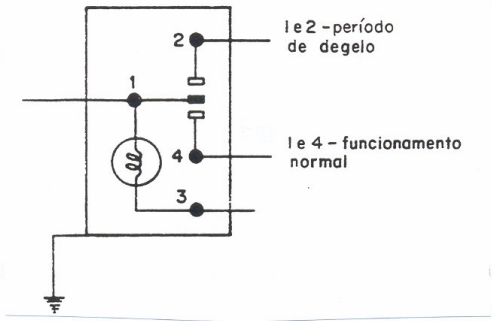


O degelo automático do evaporador é controlado por um temporizador (“timer”) que aciona o ciclo de degelo a cada doze horas ou, no mínimo, a cada seis horas.

O ciclo de degelo permanece ligado durante um tempo que varia de 21 a 26 minutos, conforme o modelo do refrigerador, até que o gelo acumulado seja derretido.

A resistência de degelo do evaporador permanece ligada até o bimetal atingir a temperatura de abertura, que varia entre 2 e 14 C, de acordo com o modelo do refrigerador. Quando a temperatura do evaporador atinge novamente temperatura entre - 4 a – 12º C, o bimetal volta a fechar contatos para atuar no próximo degelo.

Após algum tempo, o bimetal ou termostato de segurança volta a fechar seus contatos para atuar no próximo degelo. Observe o esquema:



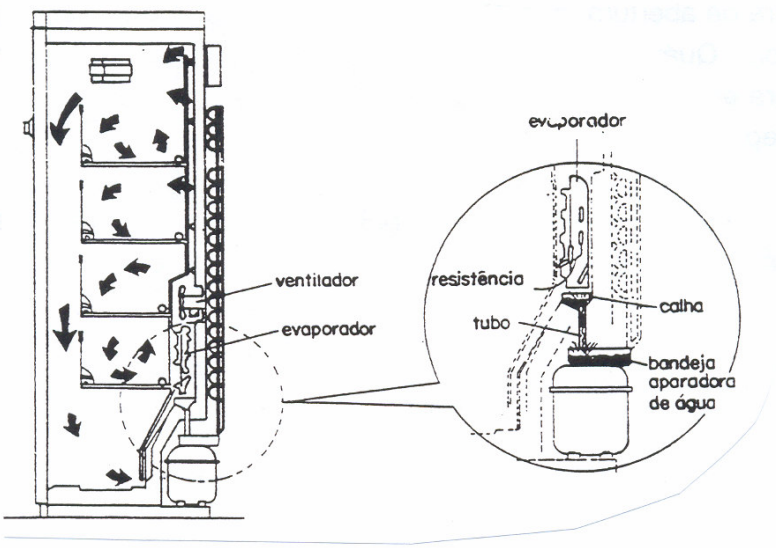
A água proveniente do degelo do evaporador é recolhida pelo sistema de drenagem e encaminhada à bandeja de degelo, localizada na parte inferior do refrigerador, onde se evapora.

CONGELADOR COM CONVECÇÃO FORÇADA

O sistema de congelamento através de convecção forçada de ar, comercialmente conhecido como “frosf-free”, apresenta o evaporador embutido; a troca de calor é feita com auxílio de um ventilador que força a circulação de ar.

Um termostato controla o funcionamento do sistema ligando-o e desligando-o para manter a temperatura interna do congelador em torno do -18º C.

O sistema possui também um interruptor horário que efetua o descongelamento automático do evaporador a cada 12 horas. Seu funcionamento é semelhante a do refrigerador com convecção forçada.



Sob o evaporador há uma calha para coletar a água proveniente do degelo e encaminhá-la a uma bandeja fixada sobre o compressor.

Uma vez na bandeja, a água evapora-se pela ação do calor dissipado pelo compressor, ao mesmo tempo em que resfria o compressor. Por essa razão, não é necessário remover a água da bandeja.

O congelador com convecção forçada possui também uma tecla no painel que aciona o sistema de congelamento rápido ou “quickfreezing”. Este sistema faz com que o congelador funcione ininterruptamente, de modo a baixar a temperatura interna mais que o normal e assim aumentar a velocidade de congelamento.

Este dispositivo é útil quando o aparelho é abastecido total ou parcialmente, pois os alimentos atingirão rapidamente a temperatura de congelamento.

SUBSTITUIR UNIDADE SELADA DO REFRIGERADOR E DO CONGELADOR COM CONVECÇÃO FORÇADA

1. Retire prateleiras, gavetas e portas.

2. Retire ou desligue os componentes elétricos do compressor.

3. Remova a cobertura do bulbo do termostato.

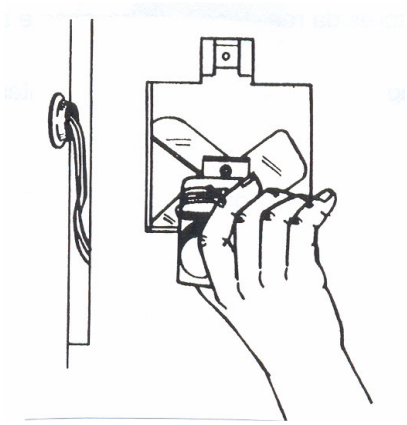
4. Solte o termostato.

5. Solte os parafusos fixados do controle de ar e remova-º

6. Remova com cuidado o duto de ventilação ou túnel de passagem do ar.

7. Desconecte os terminais do chicote de condutores ligados ao motoventilador.

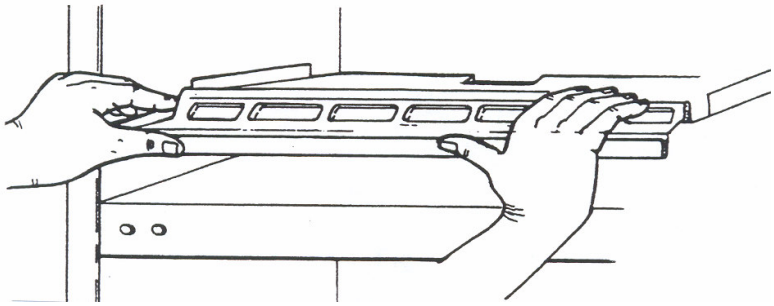
8. Remova com cuidado o motoventilador.



9. Remova os parafusos que fixam a entrada de ar do compartimento separador.

10. Retire a moldura da travessa e o isolante.

11. Retire o teto do compartimento separador.



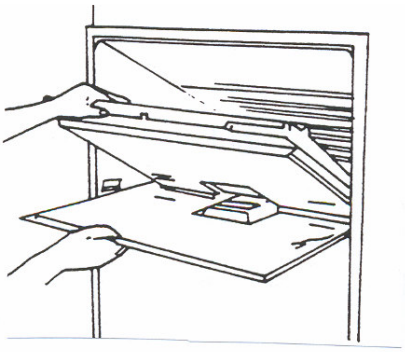
12. Remova a cobertura do evaporador.

13. Retire a resistência, o interruptor horário e o bimetal de degelo.

14. Retire os parafusos que fixam a travessa e puxe-a com cuidado, com o auxílio do ombro.

15. Desconecte os condutores da resistência da travessa e solte-a.

16. Levante o isolante separador e puxe-o para fora, juntamente com o fundo do compartimento.



17. Remova o regulador do fluxo de ar.

18. Retire o coletor de drenagem.

19. Retire o evaporador.

20. Retire a cobertura da linha de sucção.

21. Retire o condensador.

22. Retire a base do compressor.

23. Retire a unidade selada.

Para instalar novamente a unidade selada, obedeça à ordem inversa do procedimento já descrito.

SUBSTITUIÇÃO DA UNIDADE SELADA

Ferramentas/utensílios/instrumentos

- Chave de fenda
- Chave Philips
- Chave cotoco
- Chave canhão
- Chave de boca fixa
- Cavalete-suporte
- Luvas protetoras
- Isolante térmico
- Voltamperímetro
- Wattímetro
- Termômetro

Ordem de execução

1. Retire as portas do refrigerador.

2. Retire as mata-juntas e as travessas de acabamento.

3. Retire ou desligue os componentes elétricos.

4. Solte o evaporador.

5. Solte o condensador e a base do compressor.

6. Retire a unidade selada.

7. Retire a caixa interna.

8. Substitua o isolamento térmico.

9. Instale a caixa interna.

10. Coloque a unidade selada em posição de instalação

11. Fixe o evaporador.

12. Fixe o condensador.

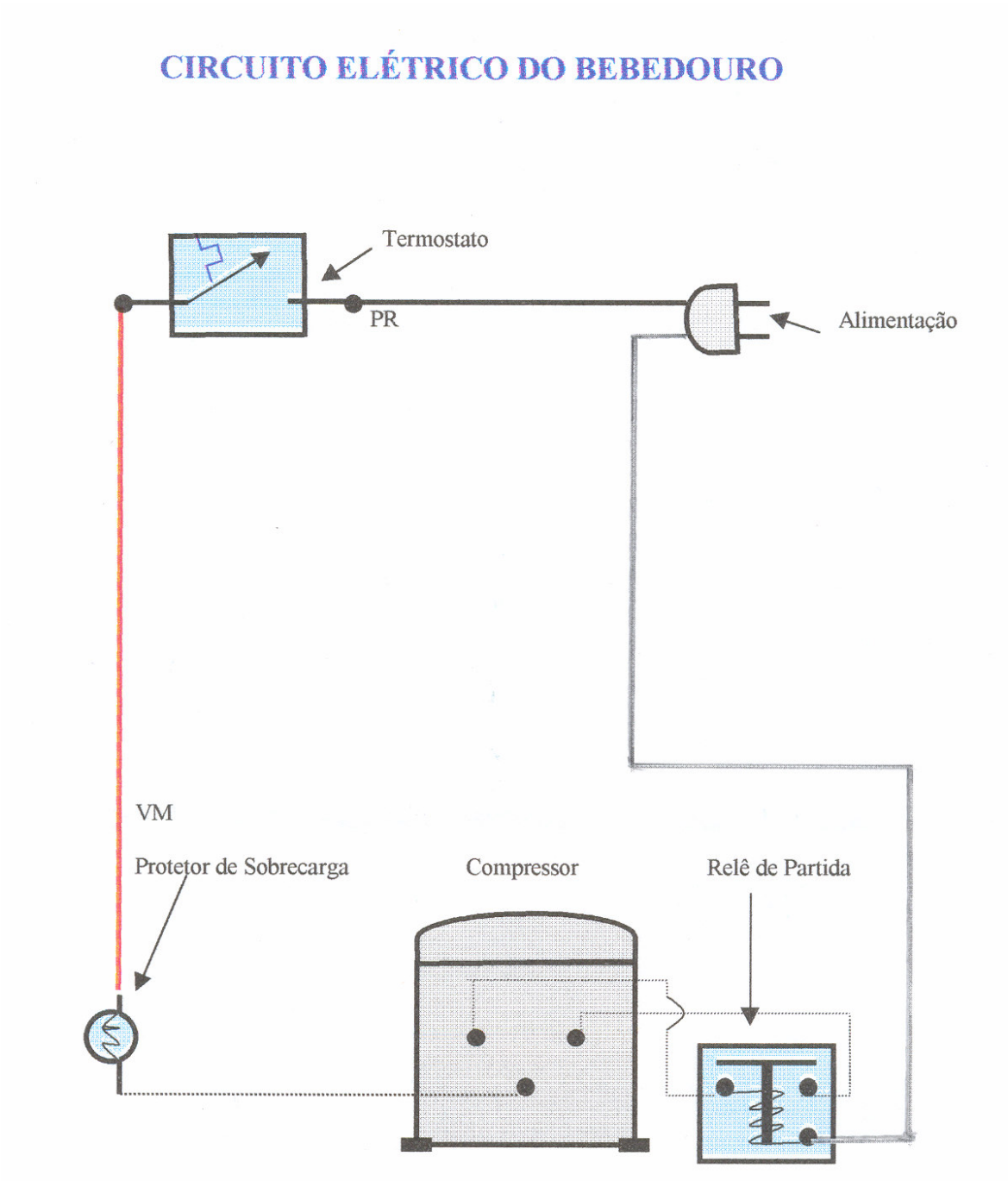
13. Fixe a base do compressor.

14. Refaça as ligações elétricas.

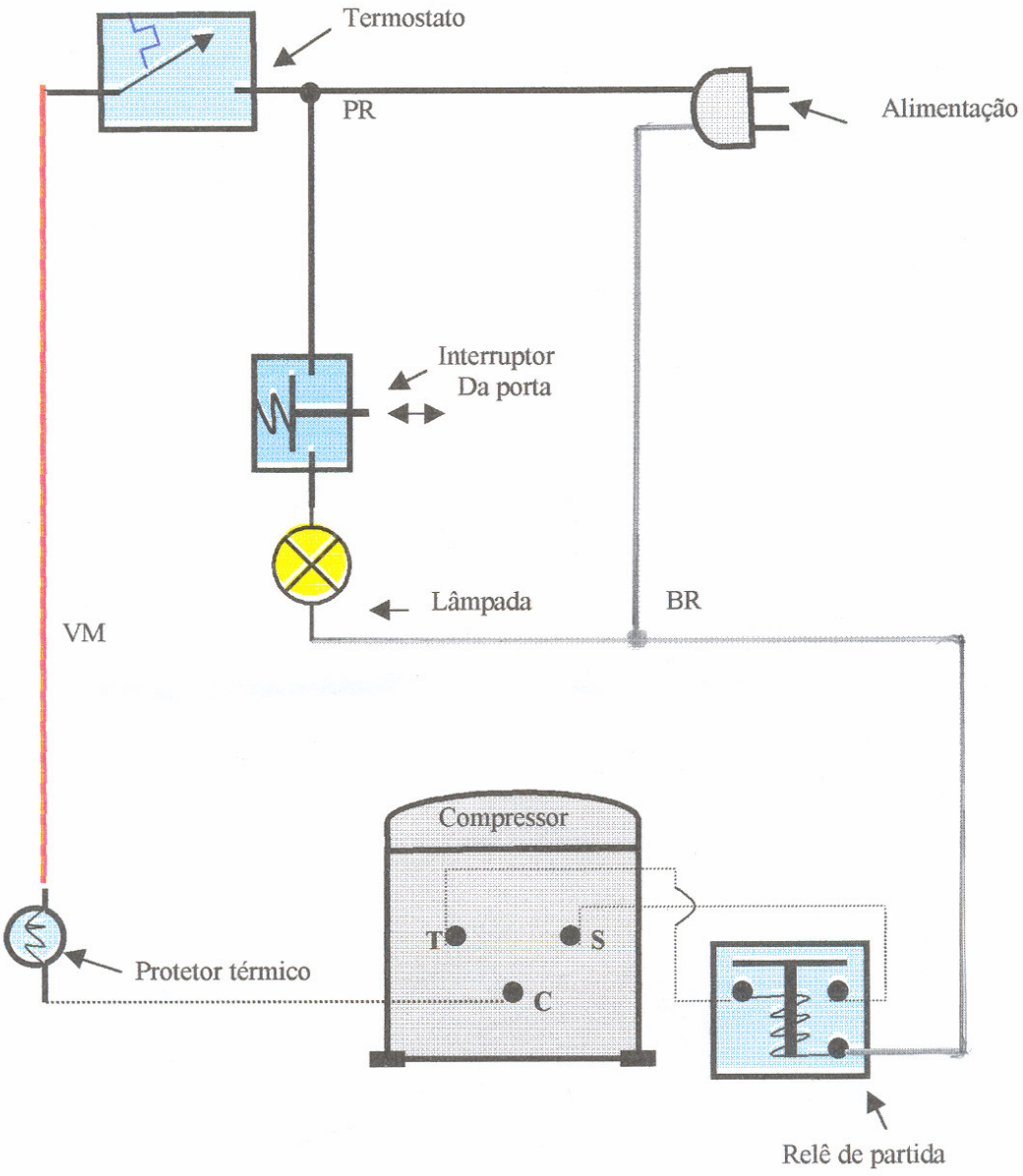
15. Instale travessas, mata-juntas e portas.

16. Faça o teste final.

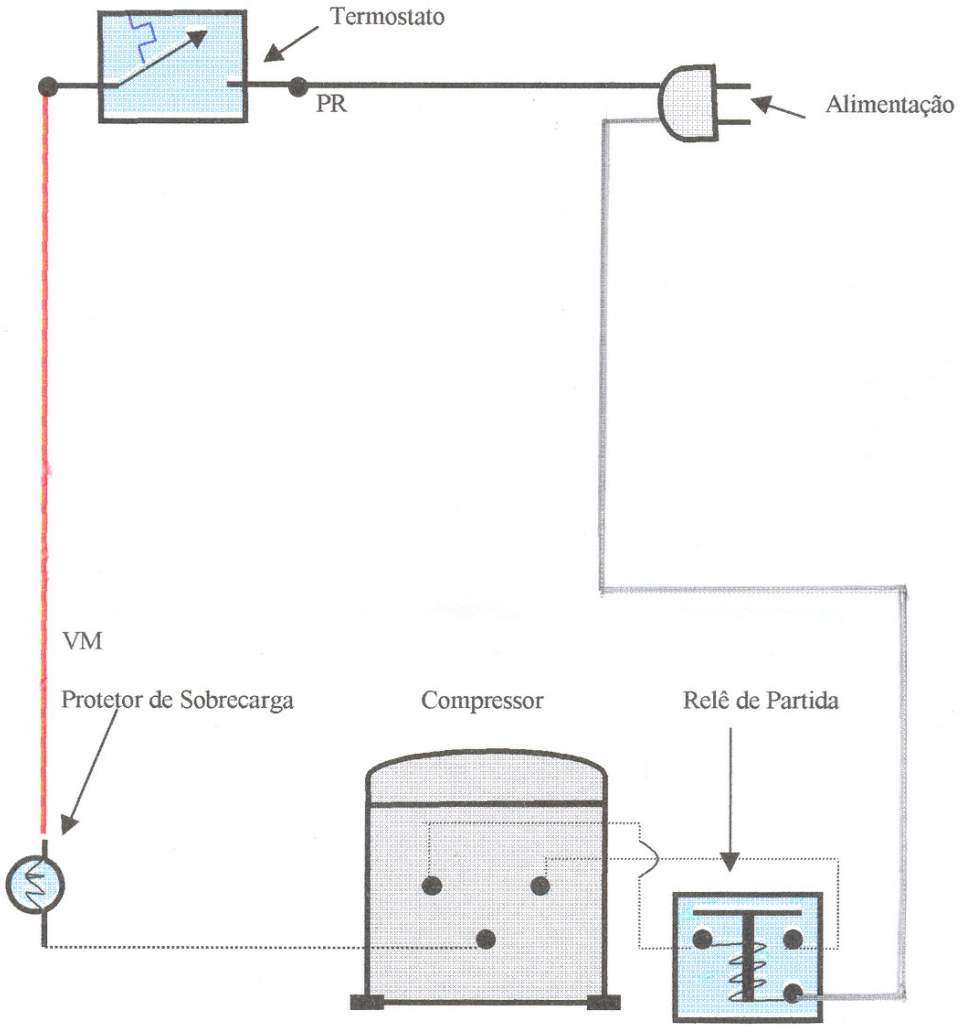
DIAGRAMAS E TABELAS



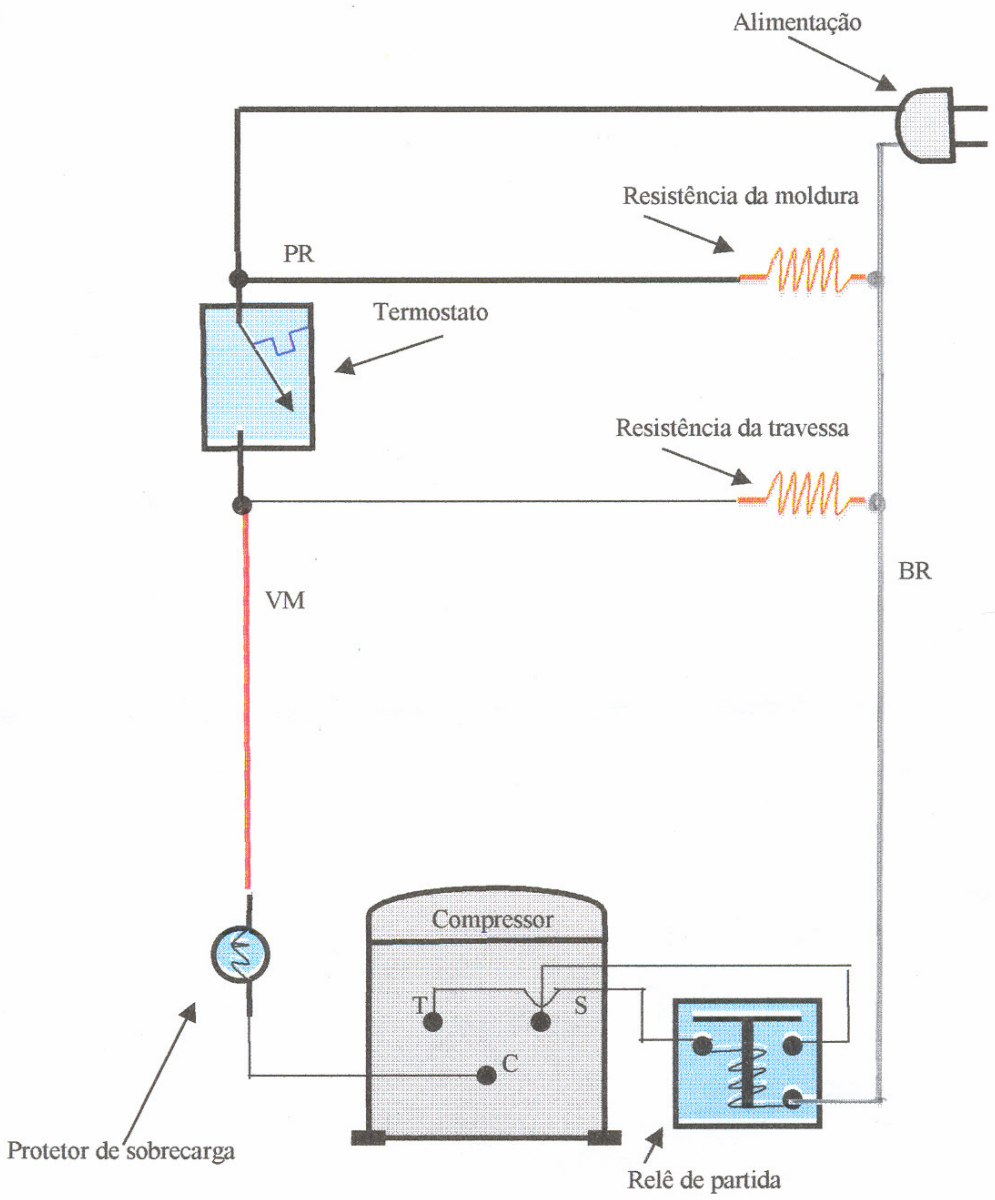
CIRCUITO ELÉTRICO BRATEMP COMUM



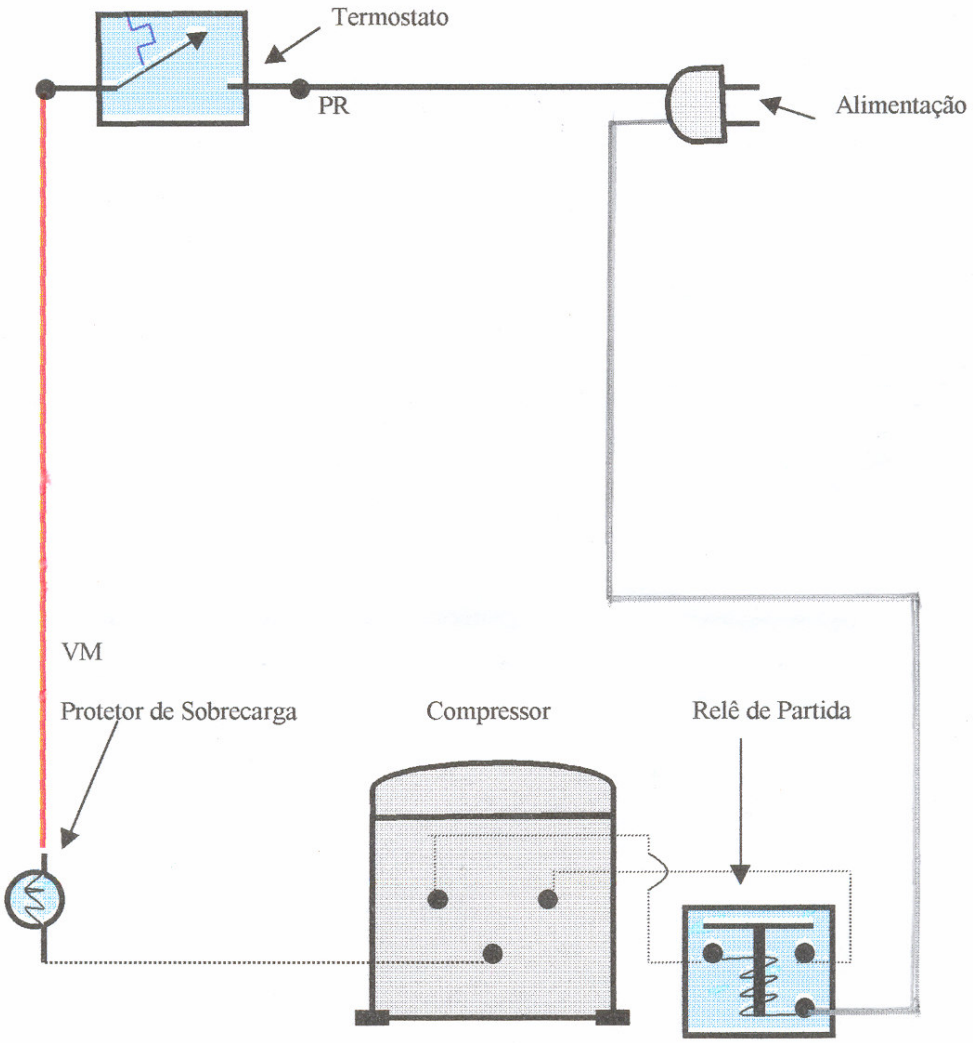
CIRCUITO ELÉTRICO DO FREEZER VERTICAL ELETROLUX F210



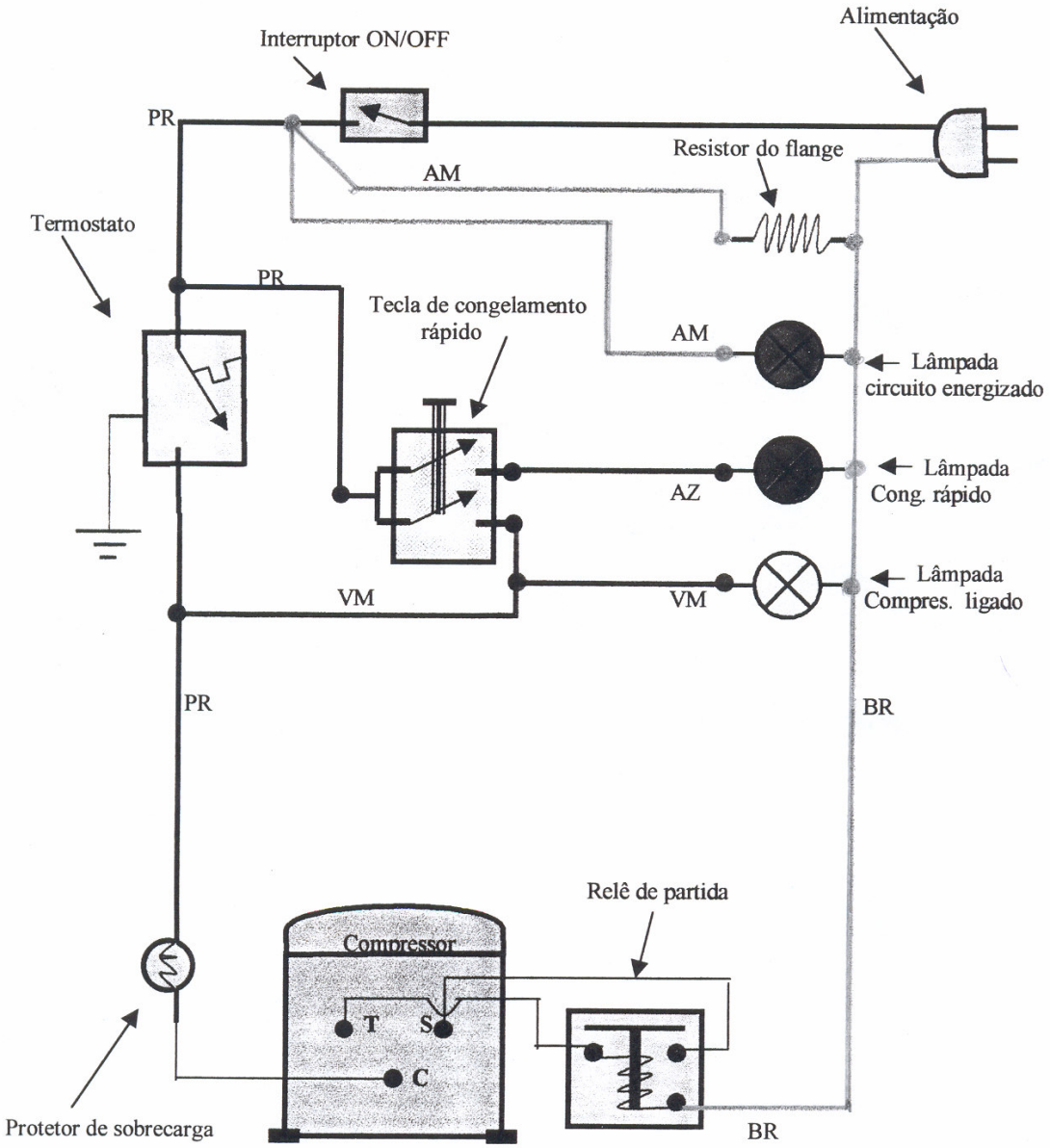
CIRCUITO ELÉTRICO DO FREEZER VERTICAL "ELECTROLUX"



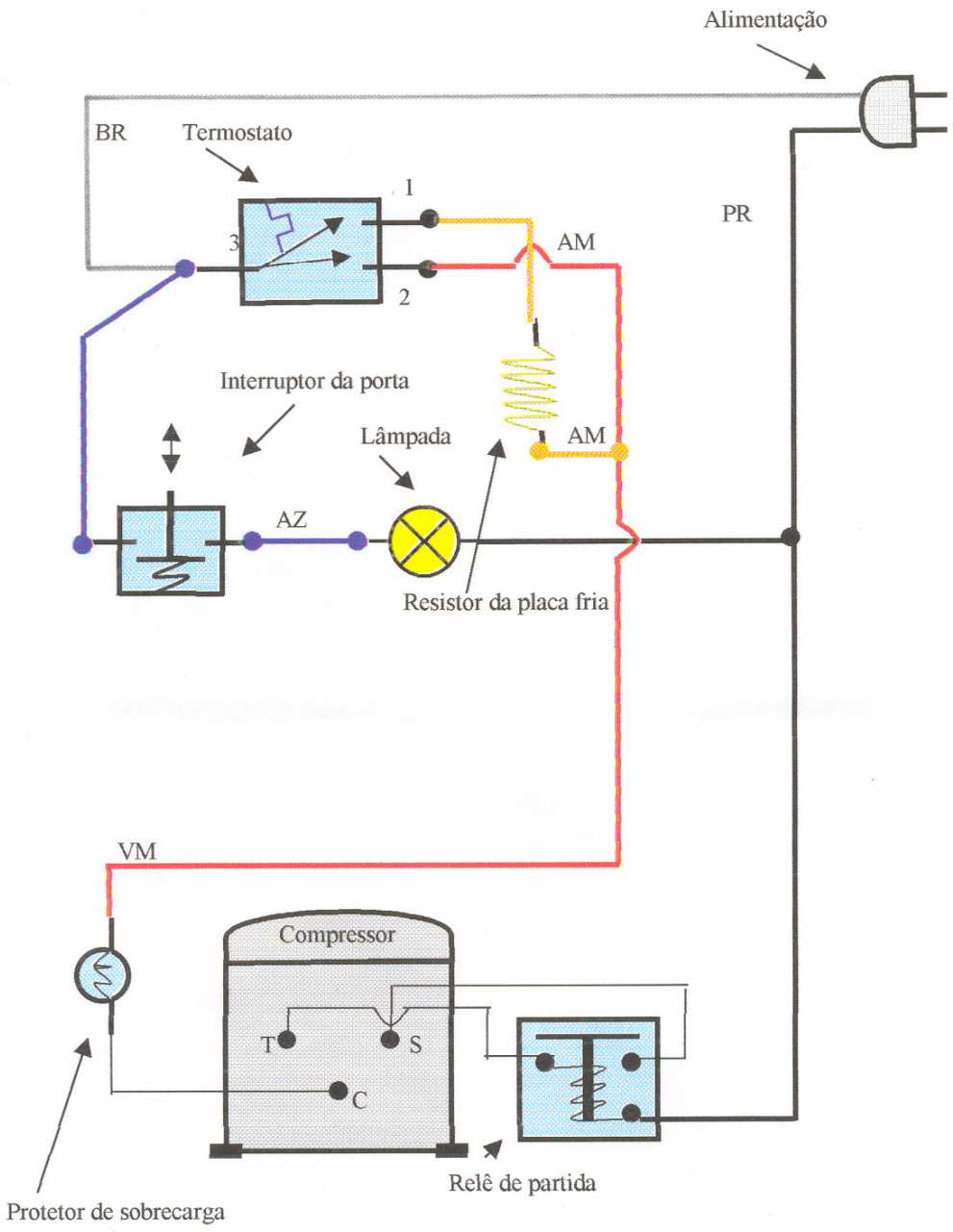
CIRCUITO ELÉTRICO DO FREEZER VERTICAL ELETROLUX F210



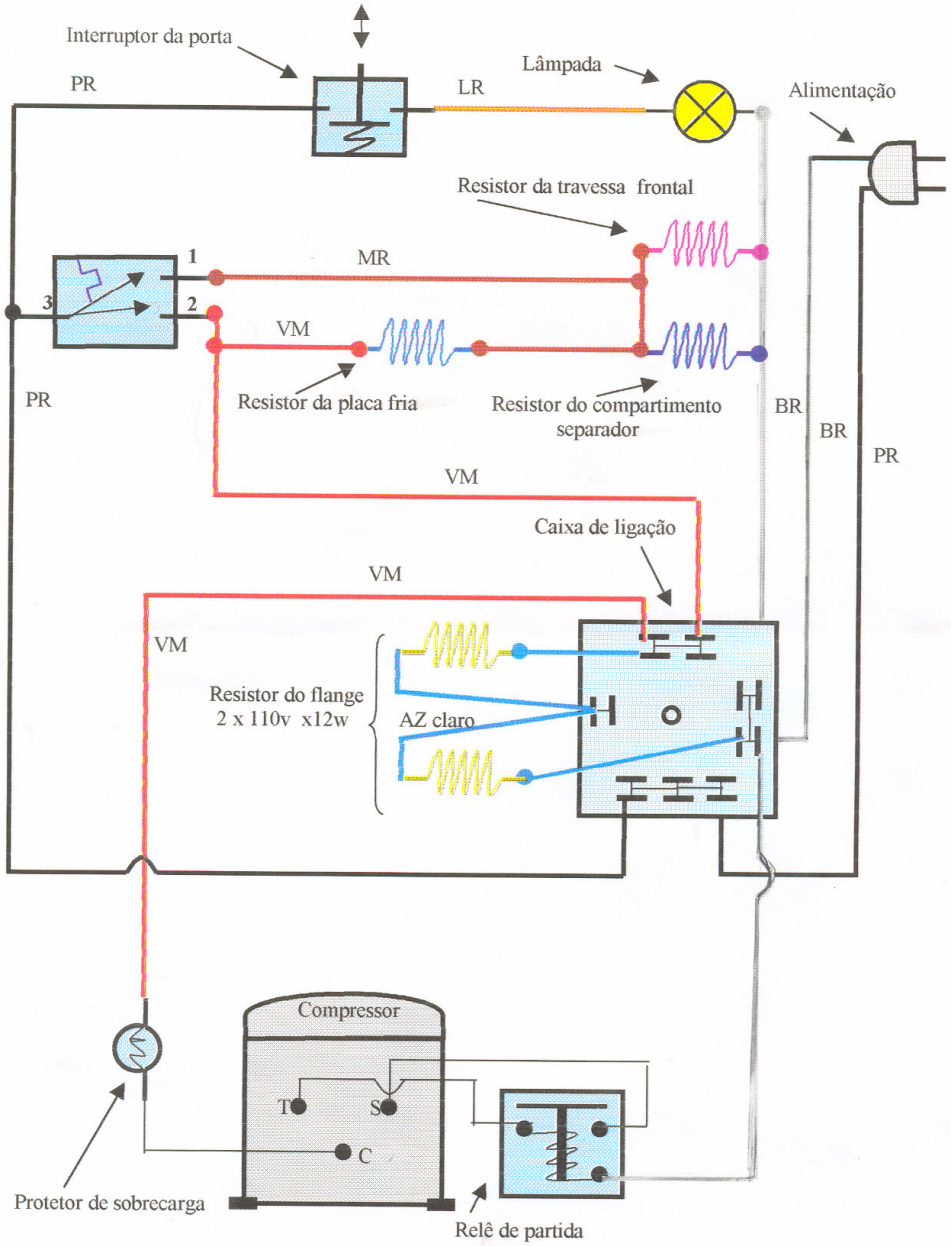
CIRCUITO ELÉTRICO DO FREEZER HORIZONTAL "CONSUL"



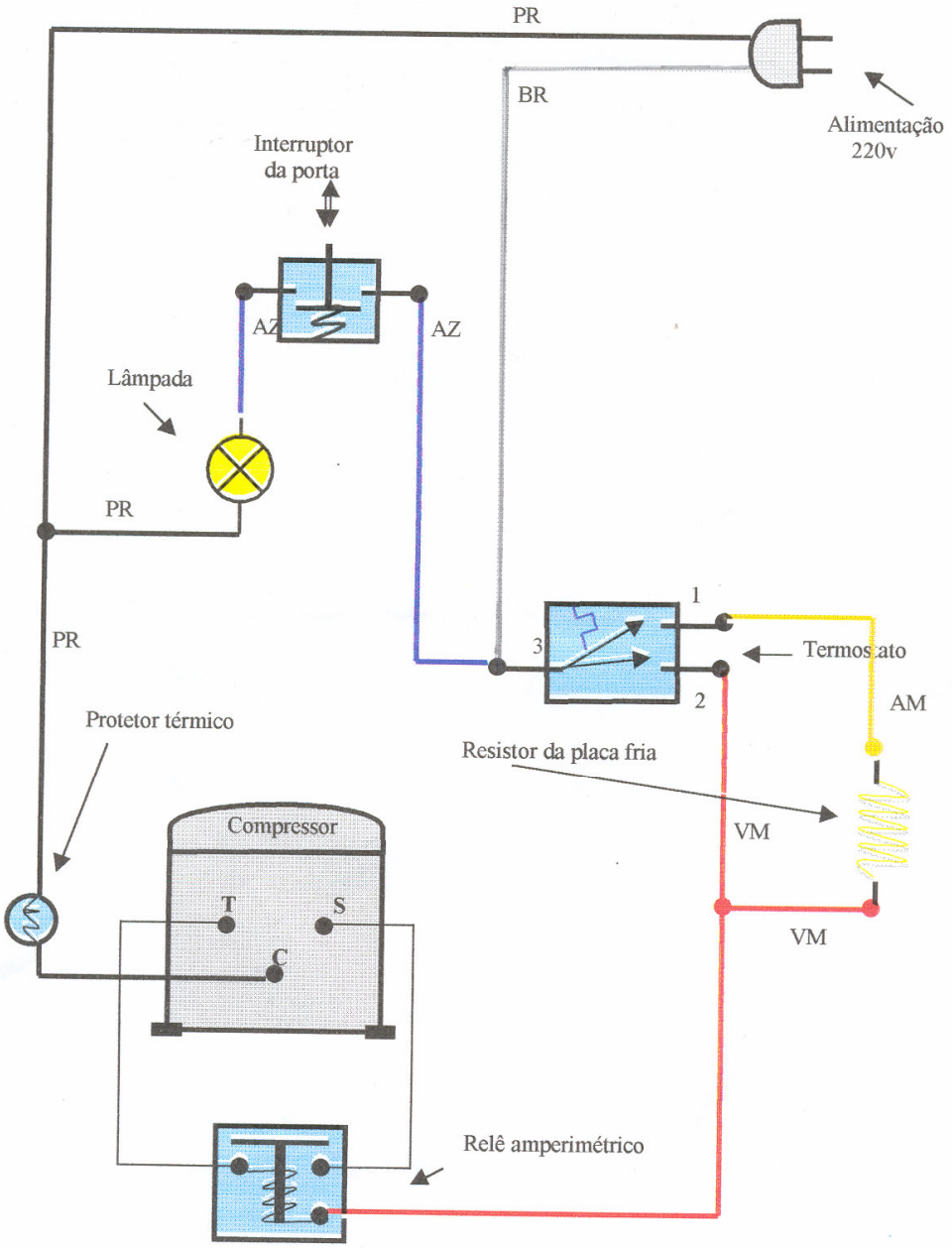
CIRCUITO ELÉTRICO DO REFRIGERADOR DUPLEX "BRASTEMP"



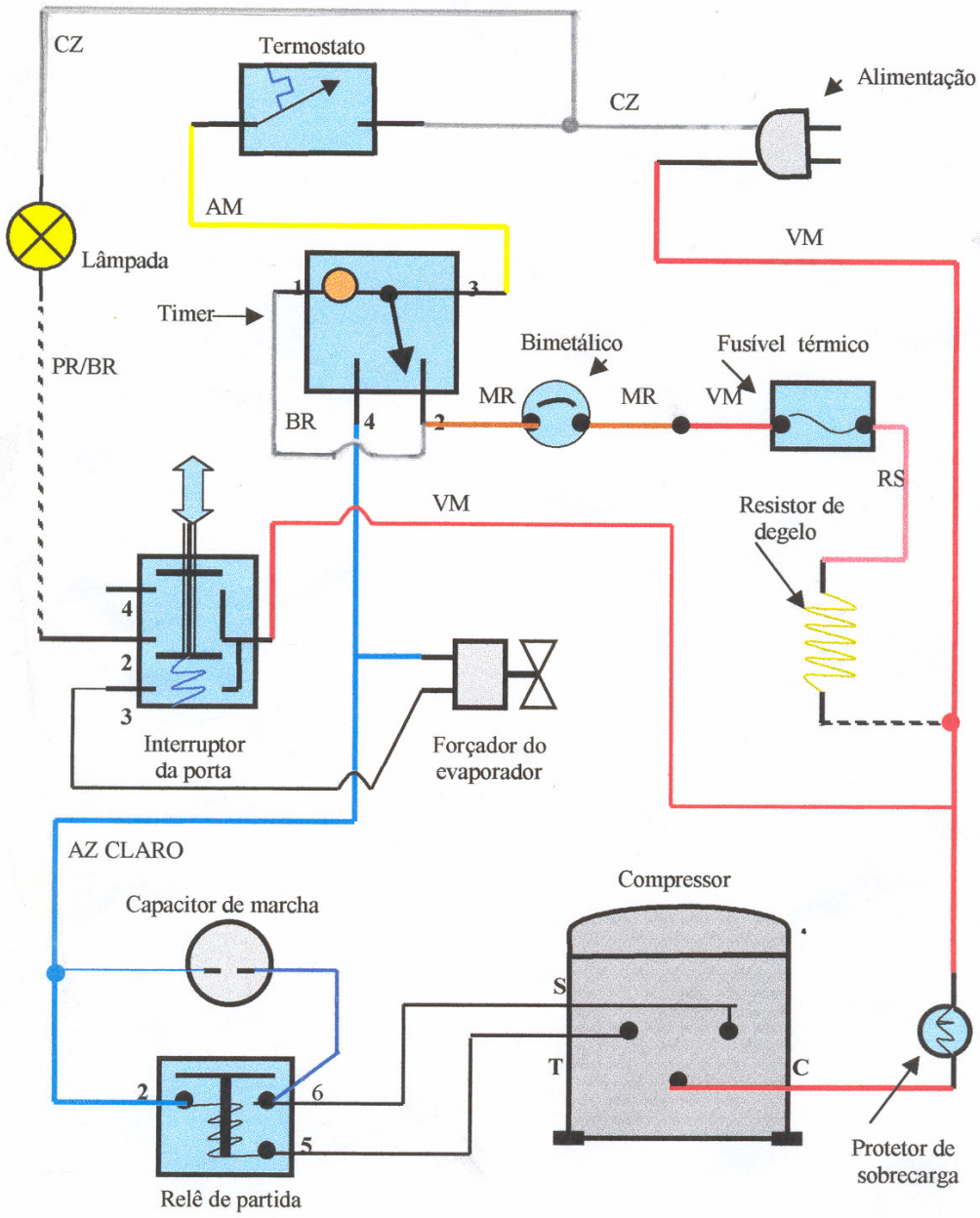
CIRCUTO ELÉTRICO DO REFRIGERADOR BIPLEX "BRASTEMP"



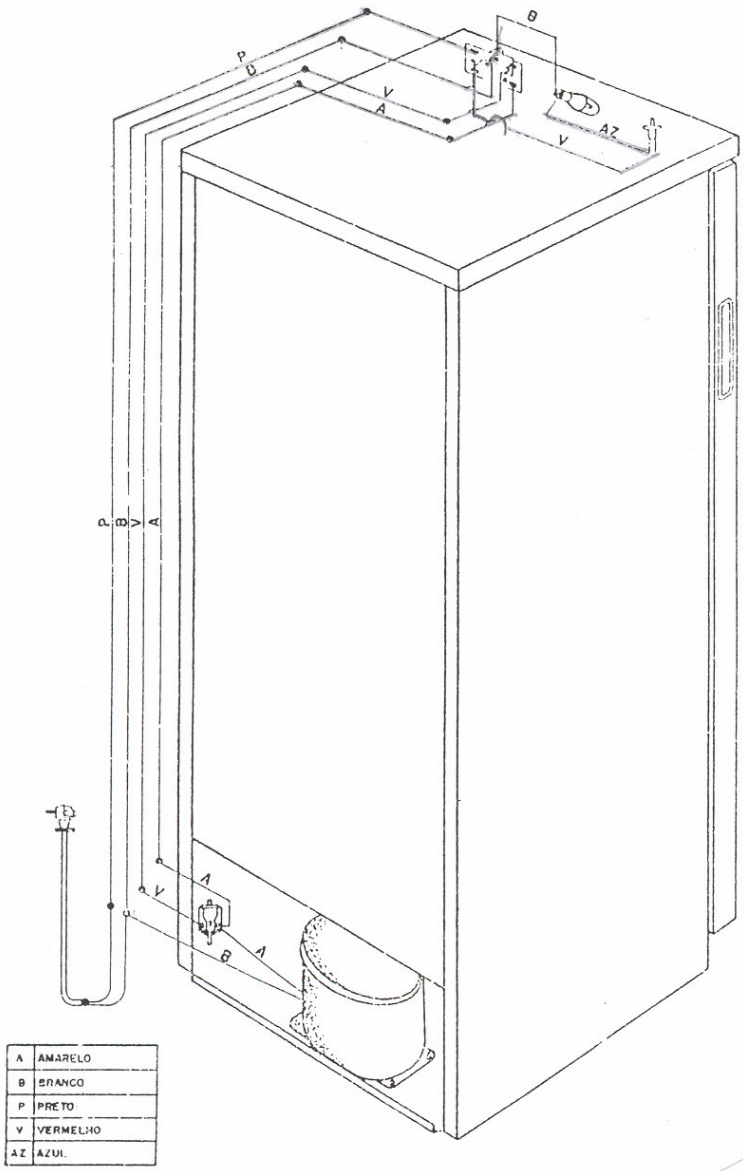
CIRCUITO ELÉTRICO DO REFRIGERADOR DUPLEX 410Lts ELETROLUX



CIRCUITO ELÉTRICO DO REFRIGERADOR DUPLEX "DS-380" FROST-FREE ELETROLUX



Esquema Elétrico Pictórico “In Loco”



Esquema Elétrico Pictórico “In Loco”

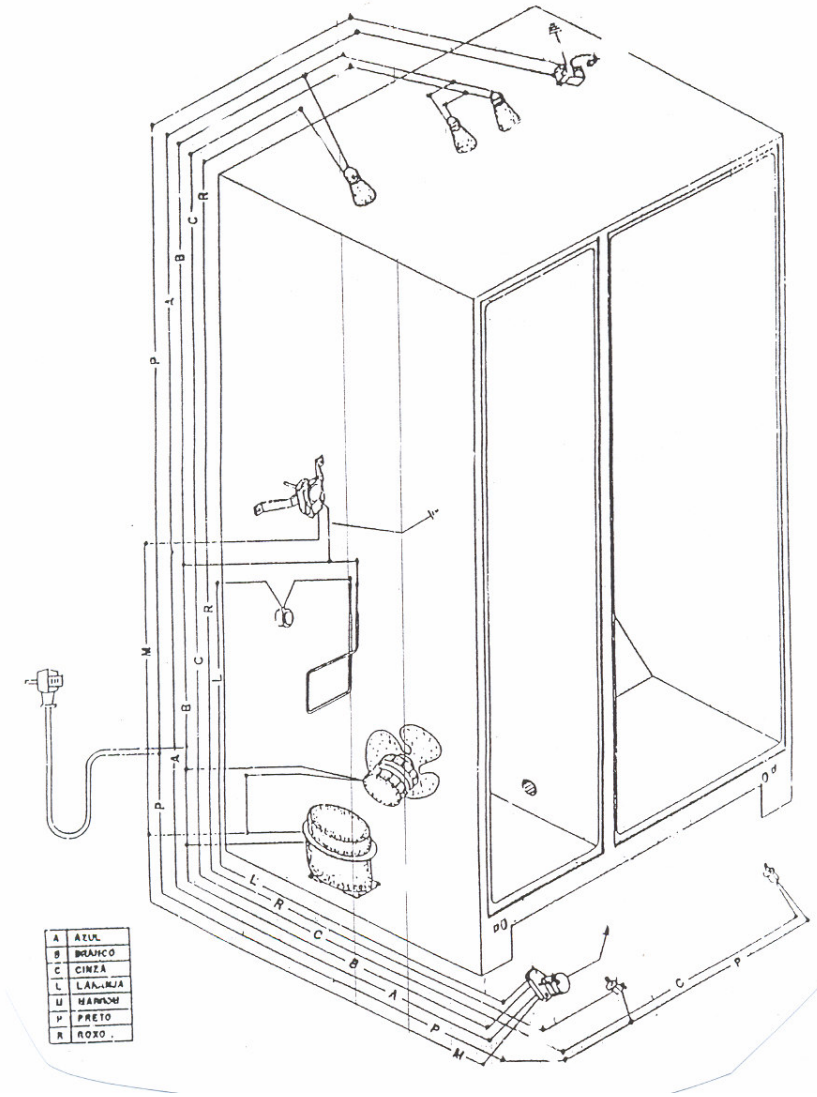


TABELA DE CORRENTE NOS MOTO - COMPRESSORES

Capacidade em HP	Corrente em plena carga	Corrente máxima admissível
1/12 HP	0,5 amp.	0,7 amp.
1/10 HP	0,65 amp.	0,85 amp.
1/8 HP	0,85 amp.	1,1 amp.
1/6 HP	1,1 amp.	1,6 amp.
1/5 HP	1,25 amp.	1,9 amp.
1/4 HP	1,6 amp.	2,4 amp.
1/3 HP	1,8 amp.	2,7 amp.

Capacidades de Moto - Compressores Embraco da série PW

PW 3,5 K7 = 1/10 HP
PW 4,5 K9 = 1/8 HP
PW 5,5 K11 = 1/6 HP
PW 7,5 K14 = 1/5 HP

Capacidades de Moto - Compressores Sicom da série AE

AE 120 = 1/8 HP
AE 130 = 1/6 HP
AE 140 = 1/5 HP
AE 444 = 1/5 HP
AE 150 = 1/4 HP
AE 455 = 1/4 HP
AE 466 = 1/3 HP
AE 236 = 1/3 HP
AE 250 = 1/3 HP
AE 334 = 1/2 HP

Capacidades de Moto - Compressores Sicom da série AZ

AZ 224 = 1/16 HP
AZ 225 = 1/12 HP
AZ 223 = 1/10 HP
AZ 222 = 1/8 HP
AZ 226 = 1/6 HP

Processo de carga de gás refrigerante em refrigeradores, freezeres e bebedouros

1. Instalar tubo de serviço no moto-compressor, e no tubo de serviço). Manifolder no lado de baixa pressão.
2. Testar vazamento no sistema com pressão de 4kgf/cm ou 60 PSI;
3. Evacuar o sistema com bomba de vácuo, entre 15 a 30 minutos;
4. Feche o registro e verifique se o manômetro indica de 28 à 30 minutos;
5. Instale ao manifolder por meio de mangueira um cilindro de R-12, dê um rápido expurgo para retirar o ar e os vapores incondensáveis da mangueira;
6. Com o compressor do sistema desligado, injete aproximadamente 70 PSI de refrigerante no sistema;
7. Feche o registro e ligue o moto-compressor, a pressão deverá baixar, complete a carga de refrigerante deixando a pressão na faixa de 10 à 15 PSI inicialmente;
8. A carga de gás estará completa quando:
   - ✓ Evaporizador apresentar-se na faixa de operação (amperagem nominal);
   - ✓ Condensador aquecido;
   - ✓ Filtro de sucção fria;
   - ✓ A amperagem deverá apresentar-se na faixa de operação (amperagem nominal).
9. Após algum tempo de funcionamento a pressão deverá estabilizar-se entre:
   - ✓ Pressão de 1 a 3 PSI freezer
   - ✓ Pressão de 5 a 9 PSI refrigerador
   - ✓ Pressão de 9 a 12 PSI bebedouro

OBS: A temperatura de evaporação do refrigerante R-12 e de –29,4ºC.

Diagrama Técnico

De

Diagnóstico de Defeitos

(Refrigeradores)

DEFEITOS \ CAUSAS	Compressor c/enrolamento (bobina) aberta	Relê	Protetor Térmico	Capacitor eletrolítico (partida)	Compressor alterado	Termostato	Insuficiência de refrigerante(Gás)	Compressor vazando p/massa	Compressor c/baixa compressão	Tensão baixa	Filtro ou capilar obstruído	Óleo no evaporador	Má vedação na gaxeta	Fiação do termostato ou lâmpada p/massa	Unidade	Receptáculo da lâmpada vazando p/massa	Interruptor aberto	Interrupimento na fiação do compressor	Receptáculo	Bulbo do termostato desconectando	Tomada na parede, sem tensão	Cabo de força interrompido	Resistência aberta	Isolamento térmico encharcado	Alimentos e verduras sendo colocados unidos	Filtros ou capilar parcialmente obstruídos	Termostato regulando p/pouco "FRIO"	Lâmpada queimada	Compressor colado	Circulação de ar obstruída, no condensador	Refrigerador recebendo forte corrente de ar	Abertura excessiva de porta
Compressor não funciona	◢	◢	◢			◢												◢														
Compressor não parte		◢	◢	◢	◢					◢	◢																		◢			
Compressor desliga p/protetor		◢	◢	◢	◢					◢	◢																		◢	◢		
Compressor funciona, nas não refrigera							◢		◢		◢																					
Compressor funciona, mas a refrigeração é pouca							◢		◢			◢													◢							
Compressor trabalha p/pouco tempo		◢	◢		◢	◢					◢															◢				◢		
Compressor trabalhando direto						◢							◢							◢												
Refrigerador dando choque								◢						◢		◢																
Refrigerador não funciona																					◢	◢	◢									
Formação de estilete de gelo no evaporador						◢							◢																			
Lâmpada não acende																	◢		◢									◢				
Evaporador congelando e descongelando						◢									◢												◢					
Evaporador formando gelo só em uma parte							◢		◢			◢														◢						
Excesso de gelo no evaporador													◢												◢						◢	◢
Evaporador refrigera, mas não congela									◢			◢																				
Sudação Externa																							◢	◢								
Sudação Interna																							◢	◢	◢						◢	◢

Referência de termostato "ROBERTSHAW"

Modelos	Temperatura de acionamento em °C						Aplicação típica
	Posição + fria		Posição normal		Posição - fria		
	Liga	Desliga	Liga	Desliga	Liga	Desliga	
RC-13600-2	-8,8	-16,7	-5,2	-11,9	-1,7	-7,7	Refrigerador doméstico 1 porta
RC-23600-2	3,1	-27,5	3,1	-23,6	3,1	-20,6	Freezer dupla ação / ref. duplex
RC-32000-2	18,3	15,6	24,2	21,7	29,2	26,9	Condicionador de ar
RC-43600-2	6,9	3	11,4	8,1	15,5	12,5	Bebedouro - Refresqueira
RC-53600-2	-20,2	-26,8	-15,6	-21,1	-11,5	-16,3	Freezers
RC-62600-2	-8,6	-11,4	-4,9	-7,2	-1,4	-3,5	Refrigeradores de absorção
RC-82000-2	18,3	15,6	24,2	21,7	29,2	26,9	Condicionador de ar
RC-92600-2	3,1	-24,4	3,1	-21,1	3,1	-18,8	Refrigerador duplex c/ resitor

OBS : 01-A referêncial comercial de cada termostato está identificada no componente pelo 1º número após a sigla "RC"

02-As tolerâncias de temperatura são :

Posição + fria = mais ou menos 2,0º C

Posição Normal = mais ou menos 1,0ºC

Posição - fria = mais ou menos 2,0 º C

INSTALAÇÃO DE CONDICIONADOR DE AR

Você sabe para que serve e como funciona um aparelho de ar?

Estudando esta tarefa, você terá as respostas a essas perguntas e também aprenderá a instalar um condicionador de ar.

Para auxiliá-lo, você receberá informações tecnológicas sobre:

- Condicionador de ar e seus componentes;
- Cálculo de carga elétrica;
- Instalação de condicionador de ar.

Você também executará as seguintes operações:

- Instalar condicionador de ar em parede;
- Instalar condicionador de ar em janela.

CONDICIONADOR DE AR

O condicionador de ar doméstico é um aparelho que tem a função de manter a temperatura do ar em níveis desejados. As funções básicas de um condicionador de ar são:

- Refrigerar;
- Aquecer;
- Desumidificar;
- Circular;
- Renovar;
- Filtrar.

Deste modo, podemos ver o condicionador de ar como um controlador de ar ambiente que traz conforto e bem-estar. Um ambiente com ar controlado e temperatura de acordo com a do corpo humano traz muitas vantagens.

O condicionador de ar não serve só para refrescar ou aquecer um local, ele também desumidifica, isto é, diminui a umidade relativa do ar, circula, filtra e

renova o ar do ambiente, proporcionando condições agradáveis para o trabalho, o estudo, o lazer, e segurança para hospitais e laboratórios.

INSTALAÇÃO DE CONDICIONADOR DE AR

A primeira etapa da instalação de um condicionador de ar é a localização. O aparelho deve ser instalado num local que permita livre circulação de ar, longe de cortinas, divisórias ou móveis que possam impedir a corrente de ar.

Se houver mais de um aparelho no ambiente, certifique-se de que o fluxo de ar de um não interfira no fluxo do outro para não criar condições anormais de funcionamento. Evite também a instalação de aparelhos muito próximos entre si.

Outro cuidado que deve ser tomado é o de não colocar o aparelho em local com incidência de raios solares ou próximo a outras fontes de calor.

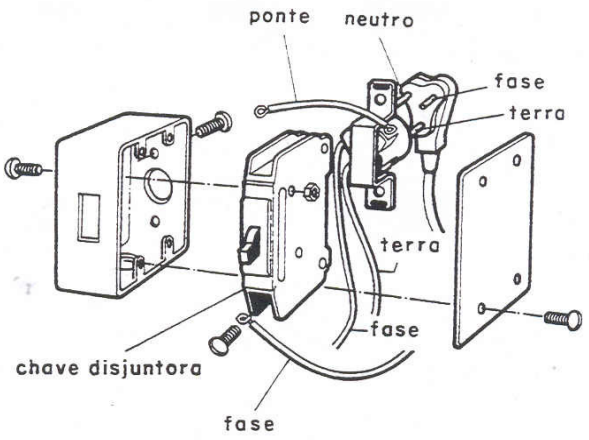
Altura ideal para instalação é de 1,5 m, no mínimo, a partir do piso, e de 50 cm, no mínimo, de distância de paredes laterais e teto. Lembre-se que o ar quente sobre, enquanto o ar frio desce; portanto, se o aparelho for instalado muito próximo do chão, não cumprirá satisfatoriamente suas funções.

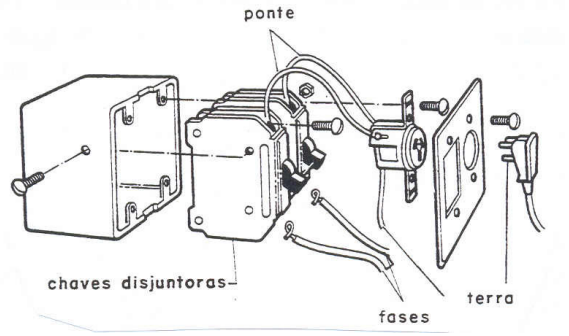
Se o ambiente escolhido tiver forma retangular, instale o aparelho em uma das paredes mais estreitas.

Outra etapa é a instalação elétrica. O condicionador de ar possui potência elétrica de até 2500 watts e exige um circuito elétrico devidamente dimensionado.

É obrigatória a instalação de disjuntores térmicos exclusivos para o aparelho, bem como de um fio-terra, para que esteja garantida a segurança do usuário.

Agora observe os esquemas de ligação monofásica e bifásica.

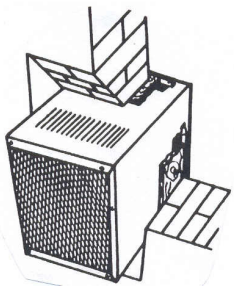




A última etapa antes da instalação do condicionador é, na verdade, da competência de um pedreiro, no caso de instalação em parede, ou de um serralheiro, no caso de instalação em janela. É importante, porém, que o técnico conheça todas as providências preparatórias para a instalação.

Assim, o técnico deverá marcar o local em que ficará o aparelho após considerar os cálculos de carga térmica e dimensionamento do ambiente. Os passos seguintes serão executados pelo pedreiro ou serralheiro.

A parede escolhida para a abertura do vão onde será encaixado o aparelho deverá ser livre de pilares, vigas ou tubulações. Em paredes grossas deve ser feito um chanfro longitudinal num ângulo de, aproximadamente, 45º para desobstrução das venezianas do aparelho.



Em seguida à abertura do vão, deve ser instalado um caixilho de madeira com dimensões um pouco maiores que as do aparelho. Esse caixilho deve ter uma inclinação de 6 a 8m no lado externo da parede para facilitar o escoamento da água condensada e, ao mesmo tempo, evitar entrada de água de chuva no ambiente. Dentro desse caixilho será colocado o condicionador de ar.

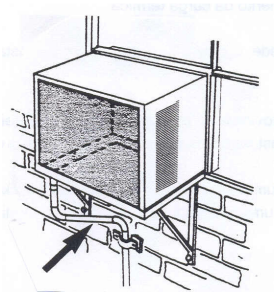
Quando o aparelho for instalado em janelas, recomenda-se apoiar o aparelho no peitoril, para maior segurança, e utilizar suportes de ferro.

A instalação de condicionador de ar em vitrô não requer caixilho de madeira; no entanto, é necessário providenciar uma estrutura de ferro que possa suportar o peso do aparelho.

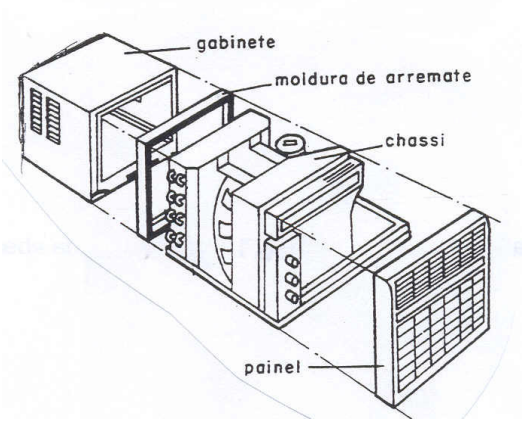
O condicionador de ar instalado em vitrô deve ser apoiado sobre calços de borracha para evitar vibrações.

Todas as frestas existente deverão ser vedadas com as tiras de plastispuma que acompanham o aparelho.

Se o aparelho estiver entre andares de um edifício, é obrigatória a instalação de um tubo para escoamento da água condensada.



Veja agora a seqüência de montagem de um condicionador de ar, seja em parede, seja em janela.

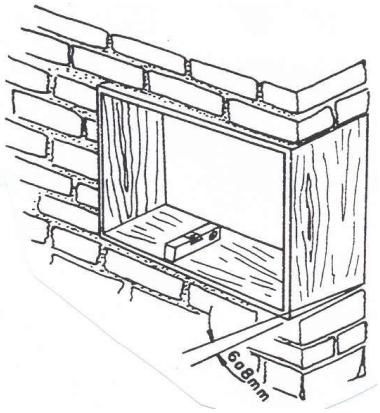


INSTALAR CONDICIONADOR DE AR EM PAREDE

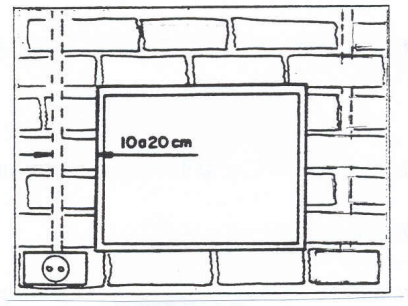
1. Faça o levantamento da carga térmica;

2. Marque, na parede, o local onde o aparelho será instalado;

3. Com auxílio de um nível de bolha, verifique se a caixa de cimento está bem nivelada e com uma inclinação de 6 a 8 mm para baixo, do lado externo da parede;



4. Instale a tomada de energia elétrica na parte inferior da abertura;



Observações:

O condutor deve ficar afastado 10 a 20 cm da abertura, conforme norma da ABNT.

O aterramento deve ser feito conforme a NBR 5410, grupo 54, capítulo 54I, da ABNT.

5. Retire o aparelho do gabinete, quando necessário;

6. Fixe o gabinete ou, em alguns modelos, o aparelho completo, na caixa de cimento;

Observação:

A parte dianteira do gabinete deve ficar saliente na caixa de cimento para facilitar a colocação do painel frontal. Alguns modelos exigem distância especial; observe o manual do fabricante.

7. Instale o condicionador de ar no gabinete, quando for o caso;

Observação:

Verifique se a hélice do ventilador gira livremente, sem tocar no difusor.

8. Coloque o filtro de espuma no suporte;

9. Instale a grade de aparência;

10. Verifique a tensão da rede elétrica com auxílio de um voltímetro e ligue o aparelho;

Observação:

A tensão da rede deve estar dentro dos limites permitidos pelo fabricante.

11. Faça as medições de corrente e de potência;

12. Coloque um termômetro na frente da grade de ventilação e verifique se a temperatura corresponde àquela indicada pelo manual do fabricante;

13. Ajuste o termostato e verifique se o aparelho liga e desliga conforme a regulagem efetuada.

INSTALAR CONDICIONADOR DE AR EM JANELA

1. Faça o levantamento da carga térmica;

2. Localize tecnicamente o aparelho no ambiente;

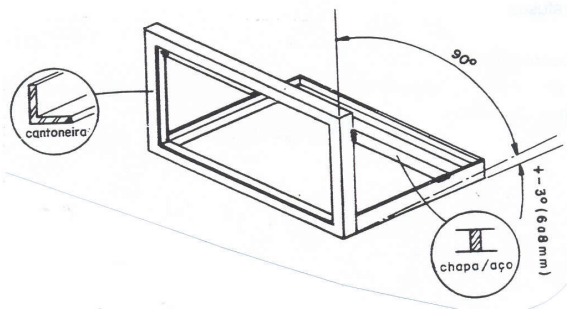
Observação:

A esquadria deve suportar o peso do aparelho.

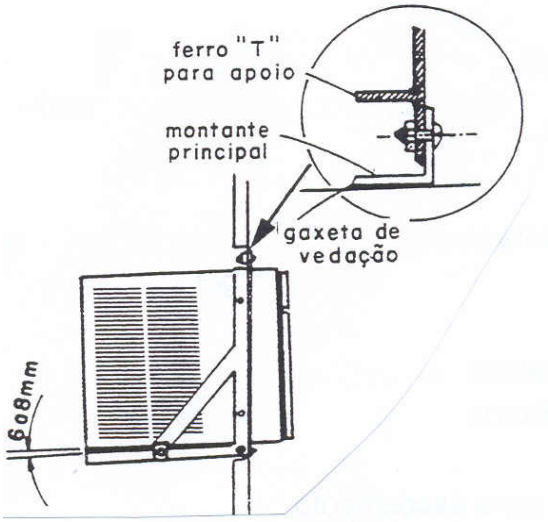
3. Oriente a construção e a colocação do suporte que será instalado na esquadria;

Observações:

- O ângulo entre a parte frontal vertical e a parte horizontal inferior deverá ser de mais ou menos 93º a fim de permitir a inclinação do aparelho para fora e para baixo.



- O suporte deverá ser fixado na esquadria com parafuso ou solda elétrica de modo a garantir a segurança do aparelho.

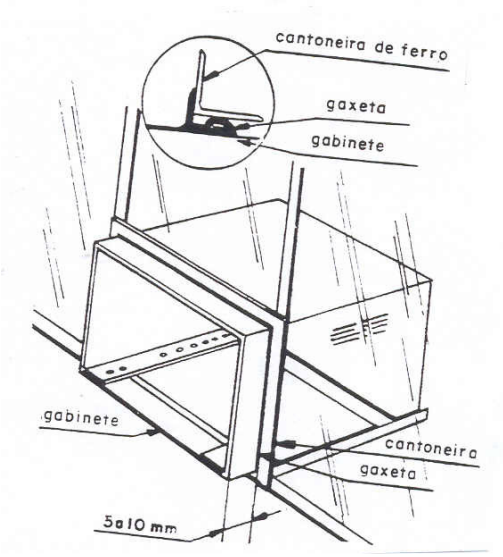


- O suporte deverá ter inclinação entre 6 e 8 mm para o lado externo para garantir o escoamento da água condensada.

4. Encaixe o gabinete ou o condicionador de ar no suporte e fixe-o com parafusos;

Observação:

O gabinete ou aparelho deverá ficar 5 a 10 cm afastado do suporte para um encaixe perfeito do condicionador de ar.



5. Instale o aparelho no gabinete, quando for o caso.

Observação:

Calafete as juntas e coloque as gaxetas, se necessário.

Precaução:

Antes de instalar o aparelho, certifique-se de que o suporte esteja solidamente fixado.

6. Instale o tubo para escoamento de água;

7. Coloque o filtro de espuma;

8. Instale o painel frontal;

Observação:

Verifique se a hélice do ventilador gira livremente, sem tocar no difusor.

9. Verifique a tensão da rede com auxílio de um voltímetro e ligue o aparelho;

10. Faça as medições de intensidade de corrente e de potência;

11. Coloque um termômetro na frente da grade de ventilação e verifique se a temperatura corresponde àquela indicada no manual do fabricante;

12. Ajuste o termostato e verifique se o aparelho liga e desliga conforme a regulagem efetuada.

INSTALAÇÃO DE CONDICIONADOR DE AR

Ferramentas / instrumentos / materiais

Planilha de levantamento de carga térmica;
Trena ou fita métrica;
Nível de bolha;
Chave de fenda;
Voltímetro;
Amperímetro;
Wattímetro.

Ordem de execução

1. Faça o levantamento da carga e determine o aparelho a ser instalado;

2. Instale uma armação de madeira, quando a instalação for em parede, ou um suporte de ferro, quando for em janela;

3. Instale o gabinete ou o condicionador de ar na armação;

4. Instale o ponto de energia elétrica;

5. Faça os testes de funcionamento.

CÁLCULO DA CARGA TÉRMICA

O cálculo da carga térmica é um levantamento de todas as condições do local em que será instalado o condicionador de ar. Este cálculo é necessário para que se possa obter com precisão a capacidade ou tamanho do aparelho a ser utilizado e assim satisfazer as necessidades do ambiente.

Para fazer o cálculo de carga térmica é preciso preencher o formulário-padrão da ABNT (NBR – 5858). Preencher o formulário ou planilha de carga térmica é simples: basta ler as instruções no próprio formulário e preencher os dados. O verso do formulário é uma página quadriculada onde deverá ser desenhada o local de instalação com aberturas, janelas, portas, etc.

Antes de começar o preenchimento do formulário, o técnico precisa conhecer:

- As dimensões do ambiente;
- As janelas, as portas e os vãos livres, com as respectivas dimensões;
- Tipo de calor que entre pela janela: isolação ou transmissão;
- Tipo de parede: leve ou pesada;
- A inclinação da parede voltada para o sul;
- Número de lâmpadas com a respectiva potência elétrica;
- Número de aparelhos elétricos e as respectivas potências elétricas;
- Número de pessoas no local;
- Tipo de teto: telhado ou laje;
- Piso.

Veja a seguir um modelo do formulário:

CÁLCULO SIMPLIFICADO DE CARGA TÉRMICA – CONDICIONADORES DE AR

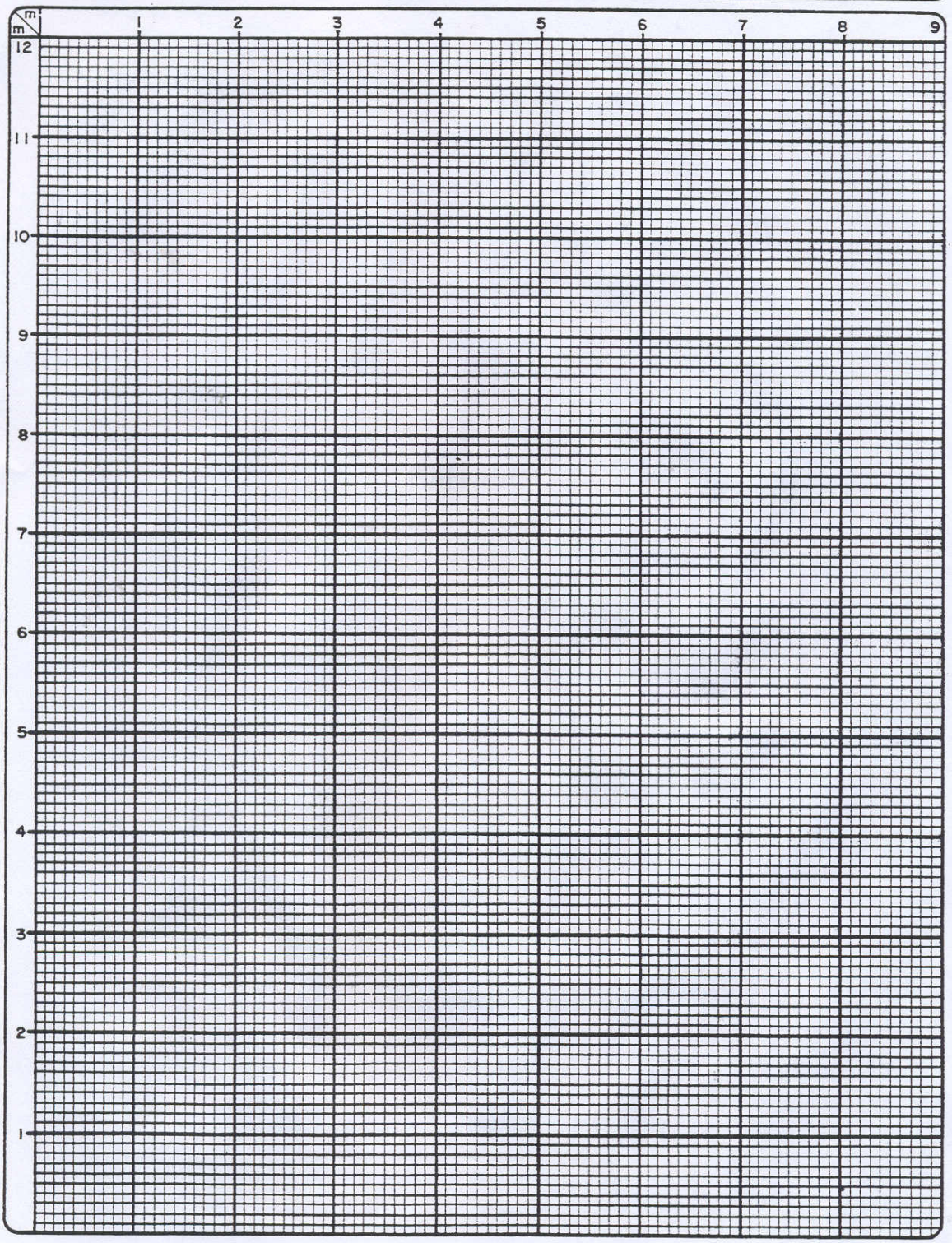
NOME:		
ENDEREÇO:	BAIRRO: CIDADE:	FONE:
PLANTA Nº SALA:	ANDAR:	TENSÃO:
CÁLCULO SOLICITADO POR:		FONE:

	CALOR RECEBIDO - FONTES NORMAIS	QUANT.	FATORES DE MULTIPLICAÇÃO				KCAL/H
	CARACTERÍSTICAS		A SEM CORTINAS	B COM CORTINAS	C COM TOLDOS	D ÁREA x FATOR	1 - USAR APENAS O MAIOR VALOR DA COLUNA. 2 - P/ TIJOLOS DE VIDRO CONSIDERAR A METADE DOS VALORES CALCULADOS.
1 JANELAS (INSOLAÇÃO)	NORTE	M^2	240	115	70		
	NORDESTE	M^2	240	95	70		
	LESTE	M^2	270	130	85		
	SUDESTE	M^2	200	85	70		
	SUL	M^2	0	0	0		
	SUDOESTE	M^2	400	160	115		
	OESTE	M^2	500	220	150		
	NOROESTE	M^2	350	150	95		
	VIDRO COMUM	M^2	50				
	TIJOLO DE VIDRO	M^2	25				
3 PAREDES	EXTERNAS - DIREÇÃO SUL	M^2	15				
	OUTRAS DIREÇÕES	M^2	20				
	INTERNAS (NÃO CONSIDERAR PAREDES ENTRE AMBIENTES CONDICIONADOS)	M^2	8				
4 TETO	LAJE EXPOSTO AO SOL (SEM ISOLAÇÃO)	M^2	75				
	LAJE EXPOSTA AO SOL (C/ ISOL. 2,5CM OU MAIS)	M^2	30				
	ENTRE ANDARES	M^2	13				
	SOB TELHADOS SEM ISOLAÇÃO	M^2	50				
	SOB TELHADOS COM ISOLAÇÃO	M^2	18				
5 - PISO	(NÃO CONSIDERAR PISO DIRETAMENTE SOBRE O SOLO)	M^2	13				
6 PESSOAS	EM ATIVIDADE NORMAL	Nº	150				
	EM CONDIÇÕES DE REPOUSO	Nº	75				
	BOITE, DENTISTA, GINÁSIO DE ESPORTES	Nº	250				
7 OUTRAS FONTES DE CALOR	APARELHOS ELÉTRICOS	KW	860				
	FORNO ELÉTRICO (SERV. COZINHA)	KW	860				
	TORRADEIRA E APARELHOS DE GRELHAR	KW	860				
	MESA QUENTE	KW	860				
	CAFETEIRAS	KW	860				
	MOTORES	HP	645				
	ALIMENTOS - POR PESSOA (RESTAURANTE)	Nº	16				
8 - LÂMPADAS INCANDESCENTES		W	1				
9 - LÂMPADAS LUZ FRIA		W	0,5				
10 - PORTAS E VÃOS (SEMPRE ABERTOS)		M^2	150				
11 - TOTAL DA CARGA TÉRMICA P/ SELEÇÃO DO(S) CONDICIONADOR(ES) DE AR							

12 - NÚMERO DE APARELHOS POR MODELO:
☐ 7000 ☐ 10000 ☐ 12000 4 ☐ 15000 ☐ 18000 ☐ 21000

13 - FUSÍVEL REQUERIDO A	14 - PARA CALCULAR EM BTU/H MULTIPLICAR KCAL/H POR 4

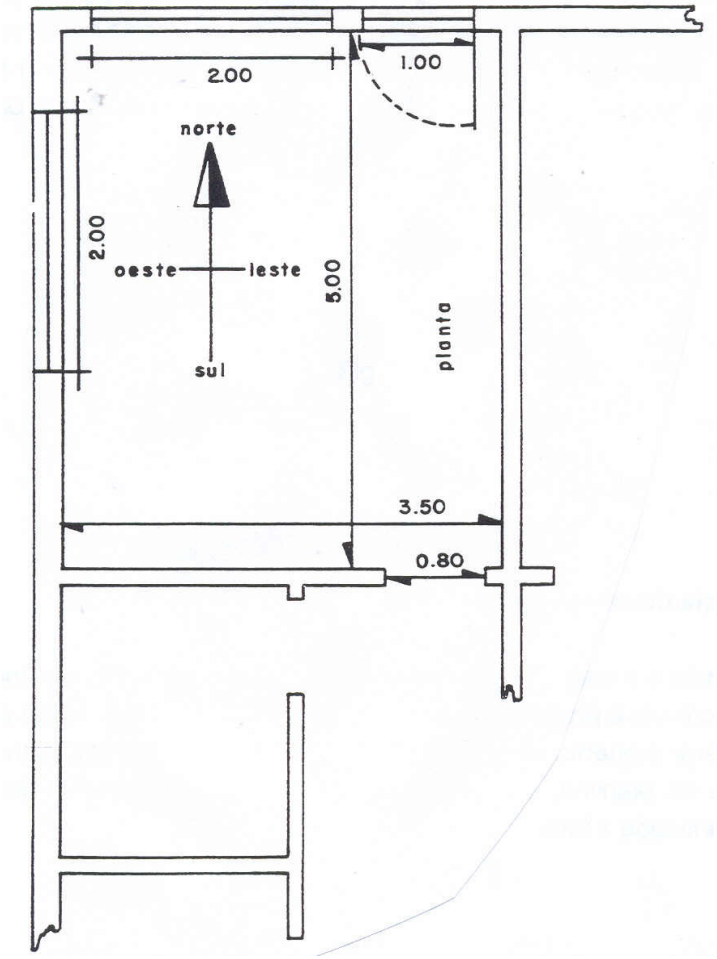
CROQUI DO LOCAL INDIQUE O NORTE COM UMA SETA



Vamos agora, passo a passo, preencher o formulário.

Esboço ou planta do local

É preciso medir, em metros, as paredes e aberturas do local, em seguida, representar na folha quadriculada os contornos, isto é, as paredes e as aberturas, portas e janelas, bem como determinar a orientação solar, indicando o lado norte com uma seta.



Procedência de calor – insolação

Janelas com insolações são as que recebem calor por incidência direta dos raios solares. As janelas podem ter proteção ou não. A proteção pode ser interna (persianas ou cortinas) e externa (toldos ou anteparos). Determine a área de cada janela, some todas as áreas e preencha a coluna **quantidade**. Depois, multiplique os valores dessa coluna pelas constantes da coluna **fatores** e anote os resultados na coluna **área x fator.**

Imagine um sala com 8 m de comprimento, 4 m de largura e 3,20 m de altura, localizada no 2º andar de um prédio na cidade de São Paulo e que possui quatro janelas de 2 x 2,5 m,m protegidas por cortinas. A potência elétrica consumida é de 480W e 4 pessoas freqüentam constantemente a sala. Com base nestes dados, veja os resultados parciais do cálculo de carga térmica.

Calor Recebido – Fontes normais		**Quant.**	**Fatores de Multiplicação**				**KCAL/H**
1 Janelas (Insolação)	**Características**		**A**	**B**	**C**	**D**	1- Usar apenas o maior valor da coluna 2- P/ tijolos de vidro considerar a metade dos valores calculados.
			Sem cortinas	**Com cortinas**	**Com toldos**	**Área x Fator**	
	Norte	M^2	240	115	70		
	Nordeste	M^2	240	95	70		
	Leste	M^2	270	130	85		
	Sudeste	M^2	200	85			
	Sul	M^2	0	0	0		
	Sudoeste	M^2	400	160	115		
	Oeste	M^2	500	220	150		
	Noroeste	M^2	350	150	95		

Procedência de calor – transmissão

A transmissão é o calor ganho por condução através de todas as janelas. Para fazer este cálculo é preciso determinar o tamanho e a área de todas as janelas, desconsiderar a orientação solar, multiplicar as áreas pelos respectivos fatores constantes da planilha, somar os valores obtidos e registrar o resultado na coluna quantidade x fator.

	Vidro comum	M^2	50	
	Tijolo de vidro	M^2	25	

Paredes

Calcule a área das paredes, incluindo portas e excluindo janelas. Verifique se há paredes externas voltadas para o sul orientando-se pelo sol. Paredes sombreadas constantemente por construções adjacentes devem ser consideradas com orientação sul. Paredes contíguas a ambiente com condicionadores de ar não devem ser consideradas. Observe, também, que parede de construção leve tem espessura inferior a 15 cm e de construção pesada tem espessura superior a 15 cm. Após determinar as áreas das paredes, multiplique os valores obtidos pelos fatores correspondentes e anote o resultado na coluna kcal/h.

3 Paredes	Externas – Direção sul	M^2	15	
	Outras direções	M^2	20	
	Internas (não considerar paredes entre ambientes condicionados)	M^2	8	

Teto

Determine a área do teto. Classifique-o segundo os tipos: laje, laje com 2,5 cm ou mais de isolação, entre andares, sob telhado isolado e sob telhado sem isolação. Depois, multiplique a área pelo fator correspondente ao tipo de teto e anote na coluna kcal/h.

4 Teto	Laje exposta ao sol (sem isolação)	M^2	75	
	Laje exposta ao sol (com isolação 2,5 cm ou mais)	M^2	30	
	Entre andares	M^2	13	
	Sob telhados sem isolação	M^2	50	
	Sob telhados com isolação	M^2	18	

Piso

Determine a área do piso, multiplique pelo fator correspondente e anote na coluna kcal/h.

5- Piso (Não considerar piso diretamente sobre o solo)	M^2	13	

Pessoas

Verifique o número de pessoas que normalmente freqüenta o ambiente e multiplique pelo fator correspondente da planilha.

6 Pessoas	Em atividade normal	Nº	150	
	Em condições de repouso	Nº	75	
	Boite, dentista, ginásio de esportes	Nº	250	

Iluminação e aparelhos elétricos

Determine a potência consumida por lâmpadas e aparelhos elétricos existentes no ambiente e multiplique pelos fatores correspondentes.

7 Outros fontes de calor	Aparelhos elétricos	KW	860	
	Forno elétrico (serv. cozinha)	KW	860	
	Torradeira e aparelhos de grelhar	KW	860	
	Mesa quente	KW	860	
	Cafeteiras	KW	860	
	Motores	HP	645	
	Alimentos – por pessoa (restaurante)	Nº	16	
8 – Lâmpadas incandescentes		W	1	
9 – Lâmpadas luz fria		W	0,5	

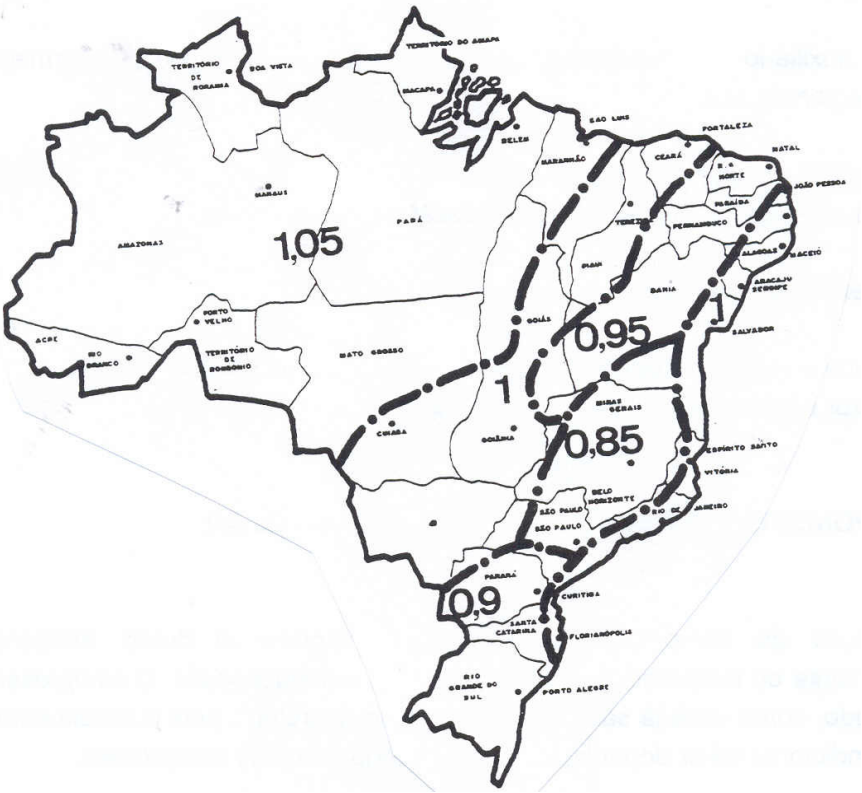
Portas e vãos

Considere os vãos ou as portas constantemente abertas para ambiente sem ar condicionado e multiplique pelos fatores correspondentes. Note que se houver vãos com largura superior a 1,5 m, é preciso considerar o ambiente contíguo no cálculo.

10 – Portas e vãos (sempre abertos)	M^2	150	

Após fazer todos os cálculos parciais, deve-se somar esses resultados e multiplicar o total obtido pelo fator climático da região onde se localiza o ambiente.

As regiões brasileiras apresentam condições climáticas diversas, que precisam ser consideradas num cálculo de carga térmica. Assim, estabeleceram-se fatores de acordo com o clima de cada região. Observe o mapa abaixo:



No caso do nosso exemplo, como o local de instalação é São Paulo, o fator climático é 0,85. Portanto, o resultado final deve ser multiplicado por 0,85.

Resta, ainda, um último cálculo a ser feito: transformar o resultado obtido em kcal/h para btu/h. Para isso, basta multiplicar o total por 4.

SUBSTITUIÇÃO DOS COMPONENTES ELÉTRICOS DO CONDICIONADOR DE AR

Estudando esta tarefa, você vai aprender a retirar os componentes elétricos do condicionador de ar a fim de testá-los e substituir os que estiverem com defeito.

Para auxiliá-lo na execução desta tarefa, você receberá informações tecnológicas sobre:

- Motor do compressor e do ventilador;
- Componentes do sistema elétrico do condicionador de ar.

Você executará as seguintes operações:

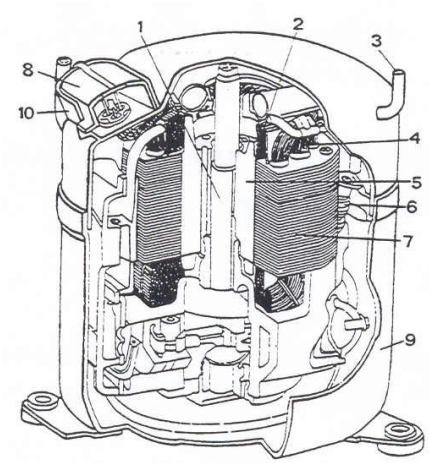
- Retirar e instalar aparelho no gabinete do condicionador de ar;
- Testar e substituir componentes elétricos do condicionador de ar.

COMPONENTES ELÉTRICOS DO CONDICIONADOR DE AR

A função do compressor hermético é comprimir o fluído refrigerante proveniente do evaporador e transferi-lo para o condensador. O compressor é chamado, como você já sabe, de “coração do aparelho”, pois o rendimento de um condicionador de ar depende do bom funcionamento do compressor.

O compressor é constituído de uma espécie de bomba e de um motor elétrico alojados em uma carcaça hermeticamente selada.

1. Eixo do motor
2. Enrolamento auxiliar (arranque)
3. Tubo para operações de serviço
4. Enrolamento de marcha
5. Rotor
6. Mola interna de suspensão
7. Estator
8. Tampa de proteção da caixa
9. Carcaça do compressor
10. Guarnições de proteção dos terminais



Os componentes mais usados em condicionadores de ar são o compressor alternativo e rotativo.

O motor elétrico do compressor é também uma parte importante e delicada. Está instalado na extremidade do eixo do compressor e compõe-se de duas partes principais: rotor e estator.

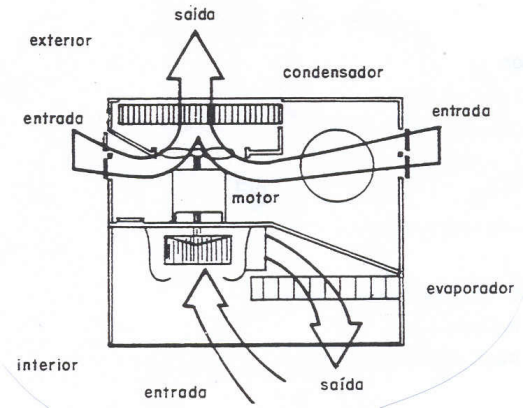
O rotor está solidamente preso ao eixo do compressor e obedece às mais rigorosas normas de eletrotécnicas e mecânica, pois suas dimensões e características elétricas devem ser perfeitas devido ao tamanho reduzido do compressor e à potência eletromecânica a ser desenvolvida.

O estator, parte fixa do motor, é um conjunto de lâminas ferro-magnéticas siliciosas ligadas entre si por meio de solda elétrica ou parafusos. Estes conjunto é isolado contra curto-circuito e aloja as botinas.

Os compressores dos condicionadores de ar possuem capacitores de fase para corrigir o fator de potência e a defasagem.

Motoventilador

O motor do ventilador é especialmente construído para movimentar as hélices dos ventiladores radial e axial, responsáveis pela ventilação do evaporador e do condensador.



O motoventilador está instalado dentro de uma carcaça blindada. Tem duas ou três velocidades para diminuir o nível de ruído e buchas de liga de bronze envolvidas em feltro embebido em óleo para conservar a lubrificação por longo tempo.

COMPONENTES ELÉTRICOS DO CONDICIONADOR DE AR

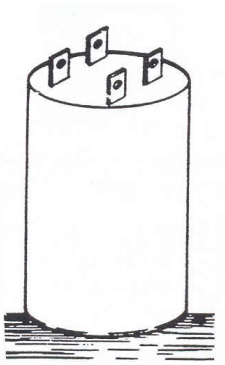
O sistema elétrico do condicionador de ar é composto das seguintes partes:

- Capacitor de fase
- Protetor de sobrecarga
- Chave seletora
- Termostato
- Termostato de degelo
- “Timer”
- Bobina solenóide

Vejamos agora cada um desses componentes.

Capacitor de fase

O capacitor de fase tem a função de corrigir o fator de potência originado pelas oscilações de tensão dos motores elétricos. É ligado entre o enrolamento principal e o auxiliar.



Este capacitor apresenta grande estabilidade térmica e possui elevada resistência de isolação.

Em algumas situações, é necessário testar o capacitor. O teste pode ser feito com um capacímetro, que é um instrumento usado para medir a capacitância do componente, ou com uma lâmpada.

Para fazer o teste com o capacímetro, deve-se colocar as pontas de prova do instrumento nos bornes do capacitor e observar o ponteiro do capacímetro.

Se o ponteiro se deslocar até o final da escala e depois voltar a um ponto da escala e estabilizar, significa que o valor alcançado é a capacitância do capacitor e ele está bom.

Se o ponteiro chegar ao final do instrumento e aí permanecer, significa que o capacitor está em curto-circuito e é preciso trocá-lo.

Se o ponteiro não se deslocar, o capacitor está interrompido e, neste caso, também deve ser substituído.

O segundo teste é um modo prático de examinar o capacitor. Deve-se ligar o capacitor em série com uma lâmpada, com potência de acordo com os seguintes valores:

Potência da lâmpada em W	Capacidade do capacitor em μF
25	3 a 5
40	5 a 8
60	8 a 11
100	11 a 30

Se a lâmpada acender com pouca luminosidade, o capacitor está bom.

Se a lâmpada não acender, o capacitor não tem continuidade.

Se a lâmpada acender com luminosidade normal, o capacitor está em curto-circuito.

Você sabe que um capacitor carregado pode apresentar perigo; portanto, antes de testar um capacitor, não se esqueça de descarregá-lo.

Protetor de sobrecarga

O protetor de sobrecarga tem a função de proteger a parte elétrica interna do motor e não permitir que a intensidade de corrente supere o limite permitido.

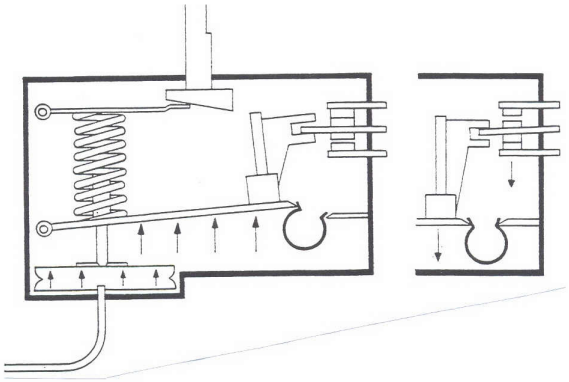
Assim, se houver aumento de corrente ou de temperatura, o disco bimetálico do protetor é aquecido, provoca a abertura dos contatos e desliga o motor. Quando o disco esfria, os contatos são fechados e o motor é religado automaticamente.

Termostato

O termostato serve para controlar a temperatura do ambiente. Quando o ambiente atinge a temperatura desejada, o termostato desliga o compressor.

Os condicionadores de ar com ciclo reverso, isto é, que refrigeram ou aquecem o ambiente, possuem um termostato de dupla ação: ciclo frio e ciclo quente. Esse termostato tem um platinado duplo para que o contato se movimente ora para o lado quente, ora para o lado frio, conforme a necessidade. Seu princípio de funcionamento é igual ao do termostato simples.

Veja um termostato de ciclo reverso.



Se você quiser saber qual é o terminal de resfriamento e qual o de aquecimento do termostato duplo, faça o teste de continuidade, assim:

- Gire a alavanca do termostato no sentido horário e você encontrará o terminal do ciclo de refrigeração;
- Gire a alavanca do termostato no sentido anti-horário e você terá o terminal de aquecimento.

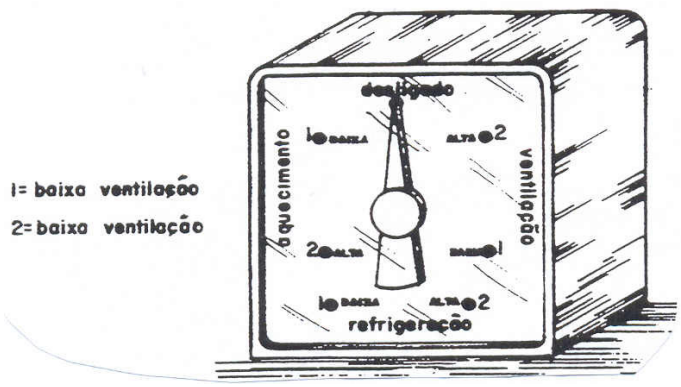
Termostato de degelo ou descongelante

Em regiões onde a temperatura exterior atinge valores inferiores a 5ºC, é normal ocorrer o congelamento da serpentina externa do aparelho com ciclo reverso, prejudicando seu funcionamento.

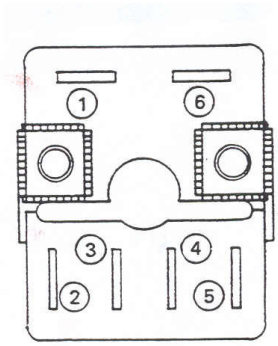
Para contornar esse problema, existem condicionadores de ar com ciclo reverso dotados de um termostato especial para degelo. Este termostato desliga a válvula reversora e deste modo a serpentina externa é rapidamente degelada.

Chave seletora

A chave seletora é o controle de operação do condicionador de ar. Permite selecionar as diferentes funções do aparelho.



Veja agora como identificar os terminais de ligação da chave seletora. Observe a figura:



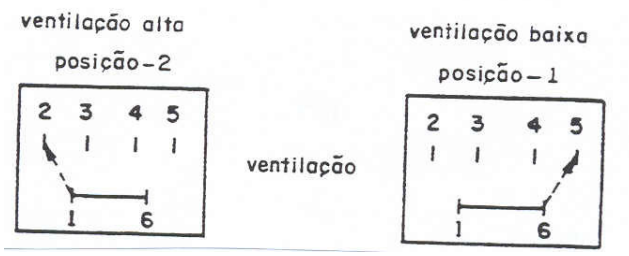
Conforme a posição do botão, os contatos apresentam as seguintes posições:

Desligado
Os contatos estão abertos.

Ventilação
Posição 2
Contatos 1 e 2 fechados: motoventilador operando em velocidade alta.

Posição 1

Contatos 1 e 5 fechados: motoventilador operando em velocidade baixa.



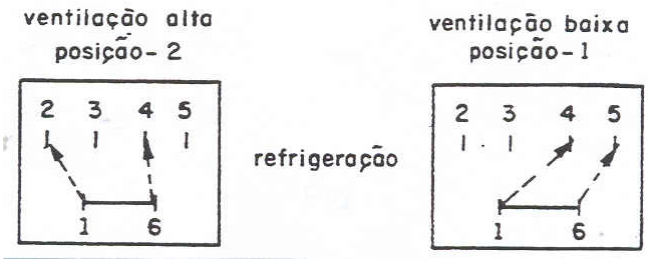
Refrigeração

Posição 2

Contatos 1, 2 e 4 fechados: motoventilador operando em velocidade alta e compressor operando.

Posição 1

Contatos 1, 4 e 5 fechados: motoventilador operando em velocidade baixa e compressor operando.



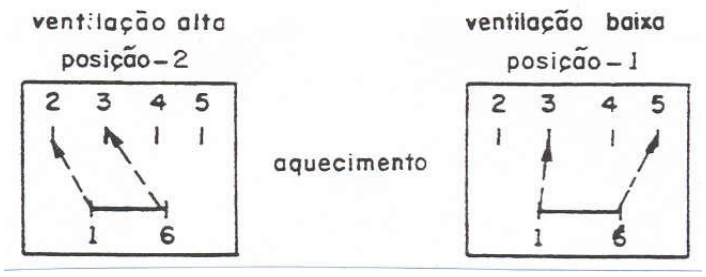
Aquecimento

Posição 2

Contatos 1, 2 e 3 fechados: motoventilador operando em velocidade alta; compressor operando com válvula solenóide em ciclo reverso.

Posição 1

Contatos 1, 3 e 5 fechados: motoventilador operando em velocidade baixa; compressor operando com válvula solenóide em ciclo reverso.



“Timer”

Alguns aparelhos possuem um mecanismo temporizador com a função de desligar o aparelho após um período pré-determinado pelo usuário.

Bibina solenóide

Tem a função de criar um campo magnético, atrair o núcleo deste campo e gera um movimento desejado.

No conjunto da válvula reversora, a bobina solenóide tem a função de modificar a posição do êmbolo através da atração do núcleo da bobina, de modo a inverter o fluxo do fluído refrigerante. Dessa forma, o evaporador passa a ser condensador e vice-versa.

RETIRAR E INSTALAR APARELHO NO GABINETE DO CONDICIONADORDE AR

1. Retire o painel frontal e, em alguns casos, retire também a grade traseira.

2. Retira a vedação.

3. Retire o aparelho do gabinete.

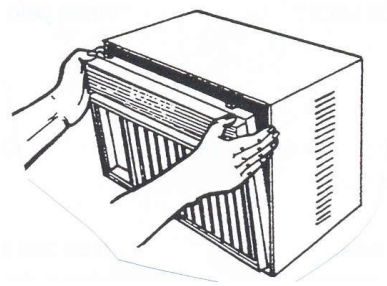
Observação: Em alguns casos, o aparelho é parafusado no gabinete. Para retirá-lo, observe as instruções do fabricante.

4. Instale o aparelho no gabinete.

5. Recoloque ou substitua a vedação.

6. Coloque e aperte os parafusos do gabinete.

7. Instale o painel frontal.



Observação: Em modelos diferentes siga as instruções do fabricante.

TESTAR E SUBSTITUIR COMPONENTES ELÉTRICOS DO CONDICIONADOR DE AR

1. Desconecte os terminais do motoventilador e remova o capacitor de fase.
2. Desconecte os terminais de ligação do compressor e do protetor térmico.
3. Retire as tampas da câmara de ventilação, o termostato e a chave seletora do painel.
4. Desconecte os terminais da bobina solenóide.
5. Retire os capacitores, a bobina solenóide, o “timer”, o termostato de degelo, o motoventilador e os condutores elétricos.
6. Verifique os valores ôhmicos da bobina solenóide do motoventilador e do compressor hermético.
7. Faça o teste de isolação com auxílio de megôhmetro e meça a resistência por intermédio do ohmímetro.
8. Teste a continuidade do termostato, do protetor térmico, da chave seletora e dos condutores elétricos.
9. Teste os capacitores com auxílio do capacímetro e verifique se os valores estão de acordo com a especificação do fabricante.

Observação:
Se não dispuser de um capacímetro, faça o teste com uma lâmina em série.

Precaução:
Descarregue o capacitor antes de testá-lo.

10. Com auxílio do homímetro, teste a continuidade do motoventilador e, com o megôhmetro, teste a isolação.
11. Instale chave seletora, bobina, termostatos, capacitores e protetor térmico.

Observação:
Verifique a posição do termostato e da chave seletora, conforme o espelho de controle.

12. Ligue os terminais do motoventilador.
13. Ligue os terminais do compressor hermético e dos demais componentes elétricos.

Observação: oriente-se pelo diagrama elétrico existente no chassi do aparelho.

14. Instale as tampas da câmara de ventilação, o gabinete e o painel frontal.

15. Verifique se a tensão nominal da rede está de acordo com a do aparelho.
16. Ligue o aparelho à rede elétrica.
17. Verifique a potência e a intensidade de corrente do motoventilador e do compressor hermético, conforme as especificações do fabricante contidas na placa de identificação do aparelho.

SUBSTITUIÇÃO DOS COMPONENTES ELÉTRICOS DO CONDICIONADOR DE AR

Ferramentas / Instrumentos

Chave de fenda
Chave tipo canhão
Ohmímetro
Lâmpada de teste de continuidade
Capacímetro
Alicate de bico chato
Voltamperímetro
Walttímetro
Megômetro

Ordem de execução

1. Retire o painel frontal

2. Retire o aparelho do gabinete

3. Retire os componentes elétricos

4. Teste os componentes elétricos

5. Instale os componentes elétricos

6. Instale o aparelho no gabinete

7. Instale o painel frontal

8. Faça o teste final.

SUBSTITUIÇÃO DO MOTOVENTILADOR

O motoventilador é um conjunto composto de motor e hélices com a função de ventilar o evaporador e o condensador.

Estudando esta tarefa você verá que existem algumas situações em que é preciso retirar o motoventilador e substituí-lo. Essas situações podem ser: hélices presa, mancal gasto ou com falta de lubrificação, fato que dificulta a partida do motor, provocando o aquecimento e a queima do motor.

Para auxiliá-lo na execução desta tarefa, você receberá informações sobre:

- Sistema de ventilação
- Identificação dos bornes do motoventilador
- Tacômetro

Você executará, também, as seguintes operações:

- Retirar e instalar hélices do motoventilador do condicionador de ar
- Substituir motoventilador

SISTEMA DE VENTILAÇÃO

O sistema de ventilação do condicionador de ar é constituído por um motoventilador, um filtro de ar e dois ventiladores. Vamos, agora, estudar cada uma dessas partes.

Motoventilador

Como você já viu, o motoventilador é um conjunto que possui um motor elétrico de eixo duplo para movimentar os dois ventiladores. Está fixado na parte central do aparelho, entre o condensador e o evaporador. O motor é protegido por uma carcaça do tipo blindado para evitar a penetração de poeira em seu interior. Pode apresentar duas ou três velocidades a fim de permitir maior conforto e menor ruído.

Ventilador axial

Está fixado no eixo do motoventilador e trabalha dentro de uma câmara chamada câmara de ventilação.

Esta câmara foi projetada para obter o máximo rendimento do ventilador porque permite a circulação de maior quantidade de ar externo através do condensador. A circulação de ar também auxilia o resfriamento do compressor e do motoventilador.

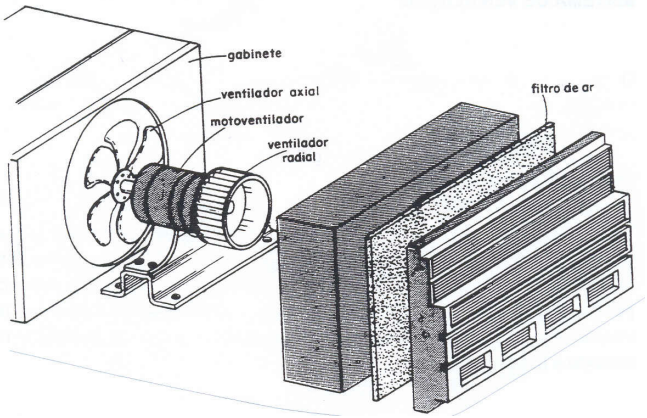
Ventilador radial

O ventilador radial é fixado no eixo do motoventilador e é constituído de aletas. Sua função é recircular o ar do ambiente, fazendo-o passar pelo filtro de ar e pelo evaporador.

Filtro de ar

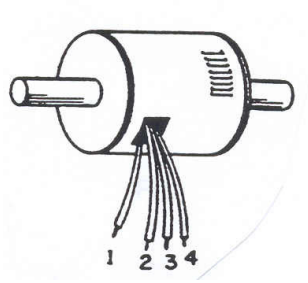
O filtro de ar é uma espécie de manta de poliuretano ou malha metálica; é usado para reter as impurezas do ar, tais como: poeira, fios de cabelo, etc, é um componente importante do condicionador de ar, que não pode funcionar sem ele.

Observe agora o sistema de ventilação.



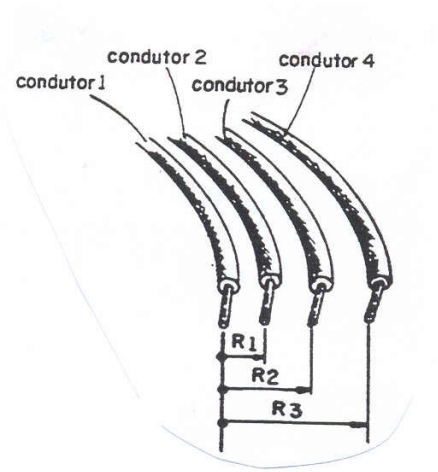
IDENTIFICAÇÃO DOS BORNES DO MOTOVENTILADOR

Os motoventiladores têm quatro ou cindo condutores de cores diferentes, identificados por plaquetas. Mas, pode acontecer que essa identificação não exista, dificultando o reconhecimento dos bornes ou dos condutores indicadores. Para identificar os condutores, a solução é medir a resistência ôhmica de cada um e analisar os resultados. Veja como proceder.



Em primeiro lugar, é preciso numerar cada um dos bornes.

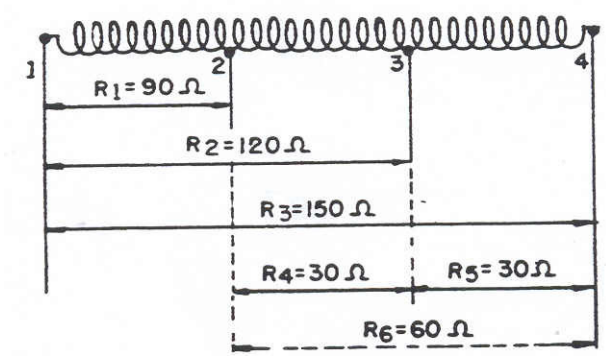
Toma-se um condutor como referência, mede-se a resistência ôhmica em relação aos demais e anota-se o resultado.



Em seguida, deve-se mudar o condutor de referência e medir a resistência ôhmica entre este e os demais.

Condutor 2 e condutor 3 = 30Ω
Condutor 2 e condutor 4 = 60Ω
Condutor 3 e condutor 4 = 30Ω

Após fazer as medições, deve-se desenhar os enrolamentos e colocar os valores obtidos.



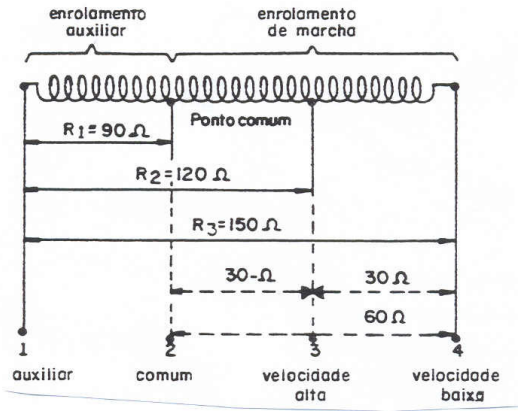
Veja agora a classificação desses resultados:

- O resultado de maior valor (R_3) é o somatório dos enrolamentos auxiliar e de marcha; nesses pontos teremos a ligação para velocidade baixa.

- O de valor médio (R_2) indica o valor do enrolamento auxiliar e parte do enrolamento de marcha. A ligação nesses pontos permite que se obtenha a velocidade alta.

- O menor (R_1) indica do enrolamento auxiliar.

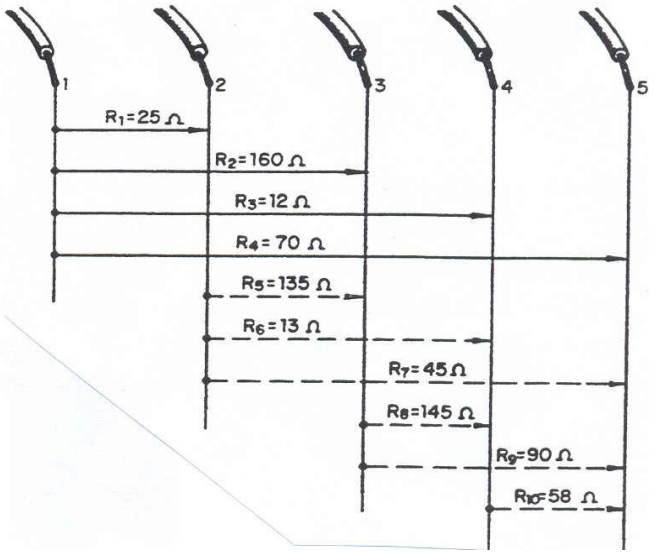
Em resumo, temos:



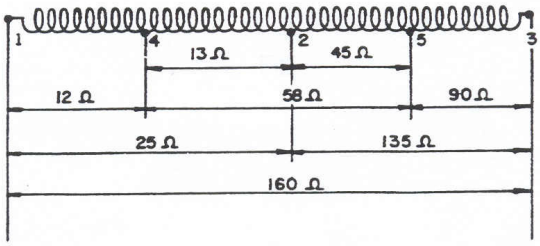
Quando o motoventilador tiver cinco condutores, utiliza-se o mesmo processo. A diferença está em que, no ventilador com quatro condutores, temos seis valores e duas velocidades, baixa e alta; no motoventilador com cinco condutores, existem dez valores e três velocidades, baixa média e alta.

Veja agora um exemplo de motoventilador com 5 condutores.

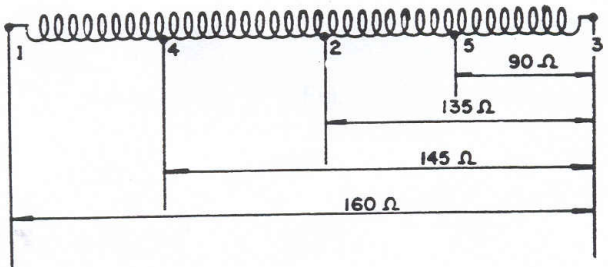
R_1 entre 1 e 2 = 25Ω
R_2 entre 1 e 3 = 160Ω
R_3 entre 1 e 4 = 12Ω
R_4 entre 1 e 5 = 70Ω
R_5 entre 2 e 3 = 135Ω
R_6 entre 2 e 4 = 13Ω
R_7 entre 2 e 5 = 45Ω
R_8 entre 3 e 4 = 145Ω
R_9 entre 3 e 5 = 90Ω
R_{10} entre 4 e 5 = 58Ω



Agora vamos colocar esses resultados em ordem para poder analisá-los.



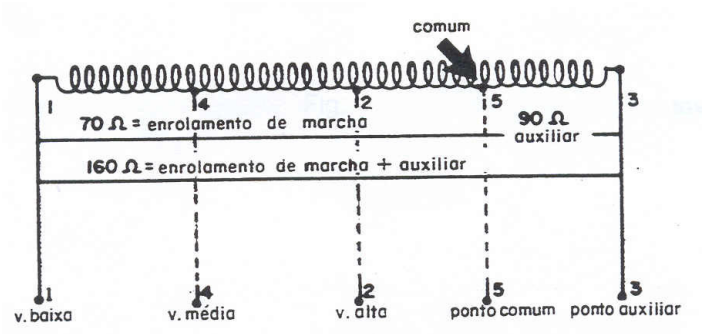
Assim temos:



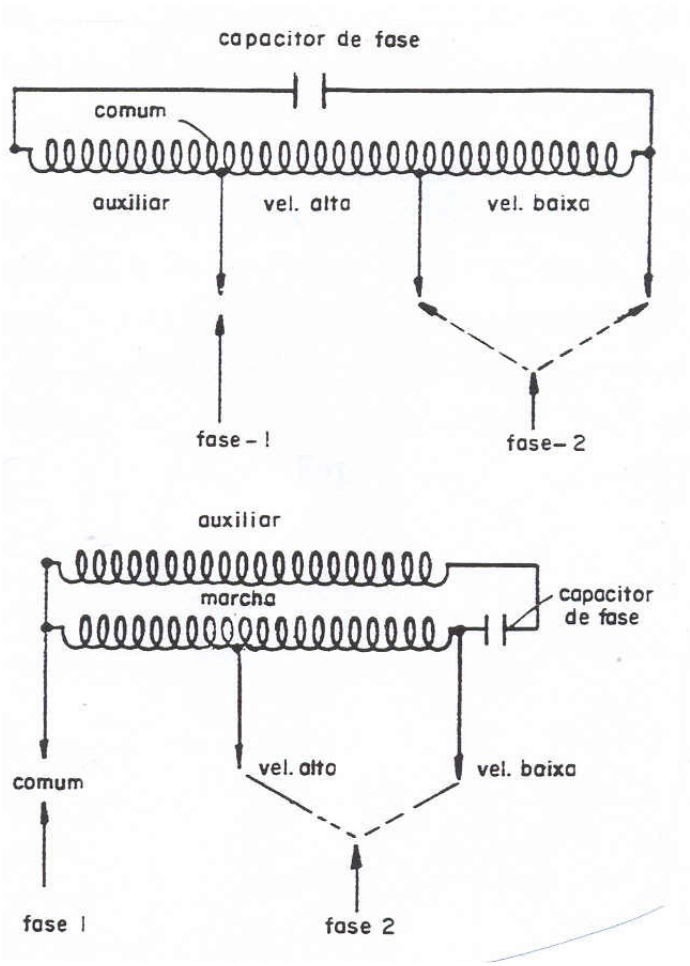
Os valores entre os pontos abaixo indicam:

5 e 3 = 90Ω = enrolamento auxiliar;
2 e 3 = 135Ω = enrolamento auxiliar e parte do enrolamento de marcha;
3 e 4 = 145Ω = enrolamento auxiliar e duas partes do enrolamento de marcha;
3 e 1 = 160Ω = enrolamento auxiliar mais enrolamento total de marcha.

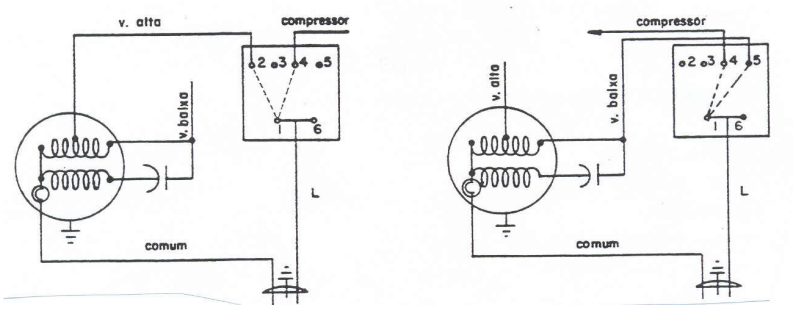
Deste modo, temos:



As ligações da fase se processam da seguinte forma:



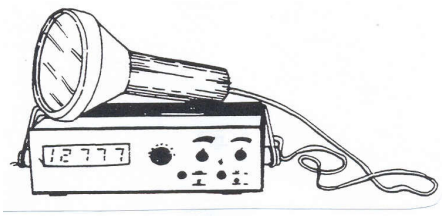
Os esquemas abaixo indicam, à esquerda, a ligação de um motoventilador com os respectivos componentes operando em velocidade alta e, à direita, operando em velocidade baixa.



TACÔMETRO

Tacômetro é um dispositivo mecânico ou eletroeletrônico usado na medição de rotação.

O tacômetro mais utilizado em refrigeração é o estroboscópio, com mostrador digital de freqüência. Esse tipo de tacômetro possui uma lâmpada emissora de luz intermitente com freqüência regulável, ligada ao aparelho por um cabo flexível e que permite medições com grande facilidade, sem contato físico com o objetivo. Mede com exatidão a rotação de motores e de qualquer equipamento rotativo.



SUBSTITUIÇÃO DO MOTOVENTILADOR

Ferramentas / instrumentos / materiais

Tacômetro
Chave de fenda
Chave Allen
Chave de fenda tipo canhão
Álcool

Ordem de execução

1. Retire o painel frontal
2. Retire o difusor
3. Retire os ventiladores radial e axial
4. Desfaça as ligações elétricas
5. Retire o motoventilador
6. Instale o motoventilador
7. Instale os ventiladores axial e radial
8. Instale o difusor
9. Refaça as ligações elétricas
10. Faça o teste final

SUBSTITUIÇÃO DA UNIDADE SELADA NO CONDICIONADOR DE AR

A substituição a unidade selada no condicionador de ar se faz necessária quando ocorrem defeitos na base ou no próprio sistema.

Para realizar esta tarefa, você receberá informações tecnológicas sobre:

- Conjunto do circuito refrigerante
- Válvula de reversão

Você vai, também, executar a seguinte operação:

- Retirar e instalar unidade selada no condicionador de ar.

CONJUNTO DO CIRCUITO REFRIGERANTE

O conjunto do circuito refrigerante ou unidade selada de refrigeração é constituído de compressor hermético, evaporador e condensador montados numa base e interligados pelos seguintes componentes: tubo de descarga, filtro, tubo capilar, tubo de serviço e tubo de sucção.

O **compressor hermético**, que você já conhece, é constituído de um motor elétrico e de um compressor. Sua função é fazer circular o fluído refrigerante.

O **evaporador** dos condicionador de ar doméstico é do tipo aletado, com circulação de ar forçada por um ventilador.

O evaporador tem uma serpentina de cobre na qual estão presas chapas delgadas de alumínio, chamadas aletas. É no evaporador que o fluído refrigerante evapora, extraindo calor do ar que circula pela superfície externa da serpentina e das aletas.

O bom funcionamento do evaporador requer alguns cuidados: é preciso mantê-lo livre de pó ou outro tipo de sujeira e conservar as aletas alinhadas, de modo que não sejam amassadas.

O condensador também é do tipo resfriado a ar, com circulação forçada por ventilador.

O condensador é formado por uma serpentina de tubos de cobre que atravessa uma série de aletas.

O condensador é a parte da unidade selada onde o refrigerante, em estado de vapor, se liquefaz pela perda de calor. O refrigerante sai do condensador em estado líquido em entra no filtro.

A ação dissipadora de calor das aletas será reduzida se elas forem amassadas, obstruídas por sujeira ou quando o ar não circula normalmente entre elas. Por isso, os mesmos cuidados tomados em relação ao evaporador devem ser também observados no condensador.

O **tubo de descarga** ou **tubo de alta pressão** é, geralmente, feito de cobre. Recebe o refrigerante em estado gasoso bombeado pelo compressor a alta pressão, o que eleva a temperatura do refrigerante bem acima da temperatura ambiente. O tubo de descarga é ligado ao compressor, de um lado, e ao condensador, de outro.

O filtro é um dispositivo instalado no circuito do refrigerante para reter a sujeira em suspensão. É um elemento importante na proteção da unidade selada, pois retém todas as partículas de sujeira que possam existir dentro do sistema.

O **filtro** tem duas telas: uma de malha grossa e outra de malha fina, ambas feitas de latão e colocadas dentro de um tubo de cobre. Este tubo é soldado, de um lado, à saída do condensador e, de outro, à entrada do capilar. É capaz de reter a mínima sujeira do fluído refrigerante.

O **tubo capilar** é um tubo de cobre com diâmetro interno reduzido. Está ligado à saída do filtro e à entrada do evaporador.

O capilar é a peça que controla a passagem de líquido para o evaporador. Devido ao seu pequeno diâmetro e grande comprimento, o capilar oferece considerável resistência à passagem do refrigerante, estabelecendo uma pressão maior no condensador que no evaporador.

Assim, um tubo capilar adequado é aquele capaz de manter a diferença de pressão entre condensador e evaporador para que esses componentes possam, respectivamente, condensar e evaporar o refrigerante que circula por eles.

Um capilar muito longo ou com diâmetro abaixo das especificações determina pressão maior do que a desejada no condensador e menor no evaporador; deste modo, o evaporador não receberá quantidade suficiente de refrigerante e a unidade terá seu rendimento prejudicado.

Ao contrário, se o tubo capilar for muito curto ou com diâmetro maior que o especificado, haverá aumento de pressão no evaporador e diminuição de pressão no evaporador. Portanto, maior quantidade de fluído refrigerante em estados líquido e gasoso será lançada; isto impedirá o refrigerante de evaporar completamente e prejudicará o desempenho da unidade selada.

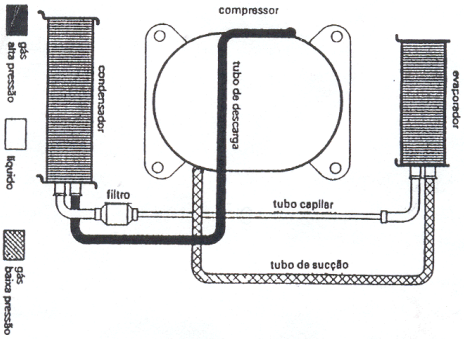
Desse modo, o tubo capilar deverá ter comprimento e diâmetro exatos e não pode ser alterado à vontade do operador.

Alguns cuidados com o tubo capilar são necessários para não prejudicar o funcionamento do aparelho:

- Não use corta-tubos para cortar o tubo capilar;
- Não dobre o tubo capilar;
- Limpe o interior do tubo com tricloroetileno e ar seco antes de instalá-lo;
- Antes de cortar um tubo capilar, limpe o local com lixa 320 ou palha de aço fina, numa faixa de meia polegada, no mínimo; com auxílio de um estilete ou lâmina de aço bem afiada, corte o tubo com cuidado para não reduzir o diâmetro interno e não deixe que caiam cavacos no seu interior.

O **tubo de baixa pressão** ou **tubo de sucção** é feito de cobre e liga a saída do evaporador à entrada do compressor. É através do tubo de sucção que circula o refrigerante em estado de vapor.

O conjunto assim montado, chamado de circuito refrigerante ou unidade selada, é o principal conjunto do condicionador de ar e o mais dispendioso. Veja agora o conjunto todo e seu funcionamento.



O gás refrigerante, que se encontra em alta pressão e superaquecido, desprende o calor através das paredes dos tubos do condensador e das aletas para o exterior do ambiente.

O gás refrigerante perde assim uma grande quantidade de calor, passando do estado gasoso para o estado líquido e assim é conduzido até o filtro de gás e em seguida ao tubo capilar.

O refrigerante agora no estado líquido, sai do tubo capilar com pressão e temperatura bastante diminuída, entrando no evaporador. Como sabemos, pressões e temperaturas dos gases refrigerantes são diretamente proporcionais entre si.

O ar ambiente, que circula através do evaporador, aquece as altas e conseqüentemente os tubos do mesmo.

Quando o refrigerante no evaporador, encontra ali uma superfície aquecida, o que resultará a sua mudança de estado, passando do estado líquido para o estado gasoso, ao longo da tubulação do evaporador.

Como já vimos, qualquer mudança física de uma substância é acompanhada do calor latente e neste caso calor latente de vaporização. O gás refrigerante quando mudou de estado, absorveu muito calor antes que a sua temperatura se alterasse.

Conseqüentemente, o ar circulado através do evaporador cede calor para o gás refrigerante, diminuindo a temperatura ambiente.

O gás refrigerante após atravessar o circuito do evaporador, entra na linha de sucção e volta ao compressor.

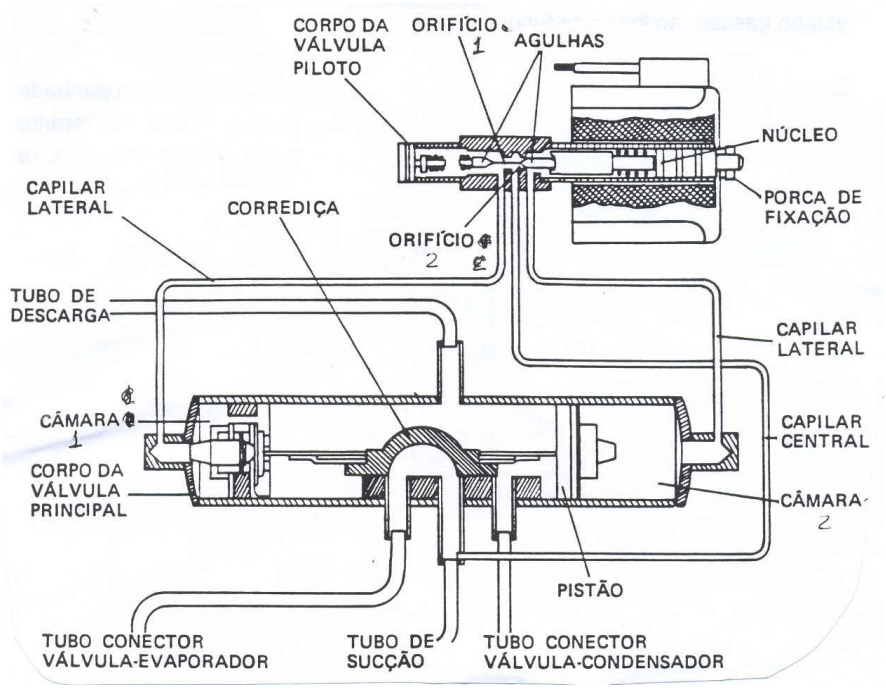
VÁLVULA DE REVERSÃO

Os condicionadores de ar na versão em ciclo tanto podem aquecer como refrigerar o ambiente. Esse trabalho é feito por um dispositivo eletromecânico instalado entre o tubo de descarga e o tubo de sucção, denominado válvula de reversão ou válvula reversora.

A válvula de reversão confere ao condicionador de ar as funções de refrigerar e de aquecer o ar e faz com que o condensador trabalhe como evaporador e vice-versa.

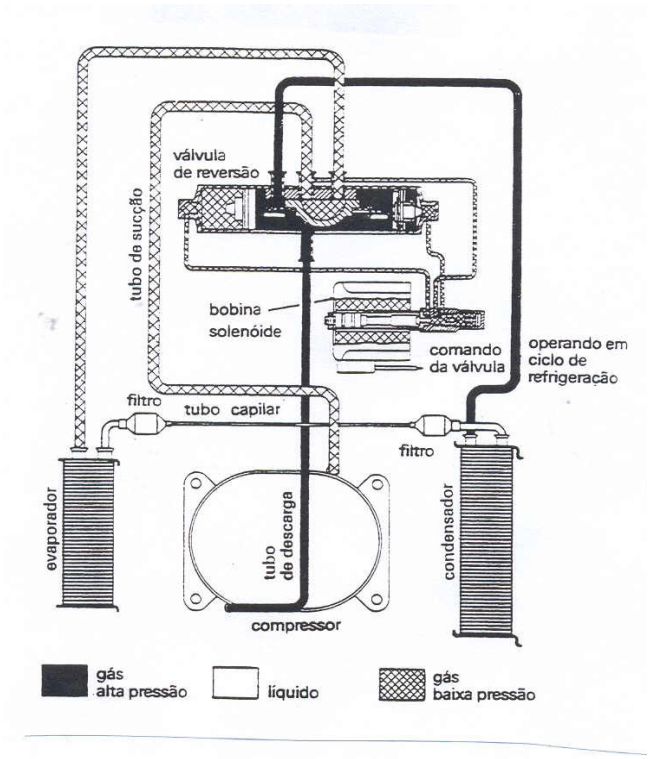
Veja agora os esquemas de funcionamento do ciclo de refrigeração e do ciclo de aquecimento.

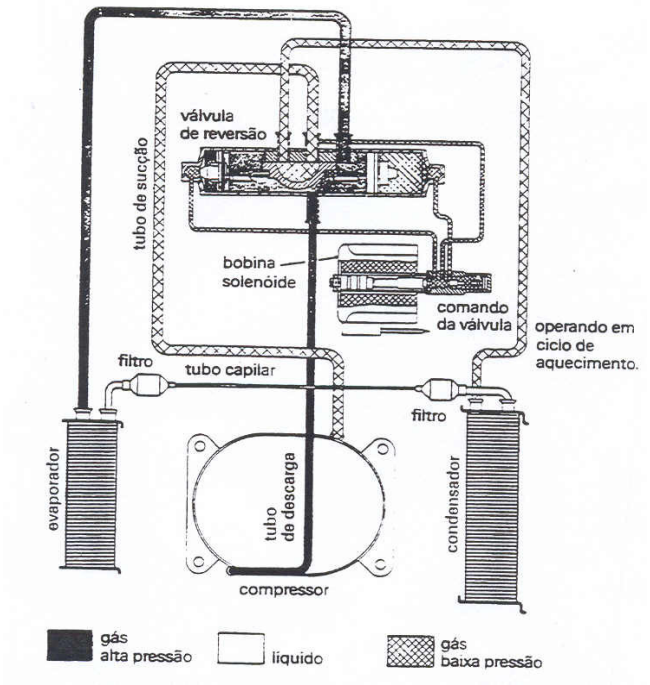
Válvula de reversão



Com a solenóide desenergisada, fecha o orifício 2 e abre o orifício 1, aumenta a pressão da câmara 1. A corrediça desloca-se para o lado direito (ciclo frio).

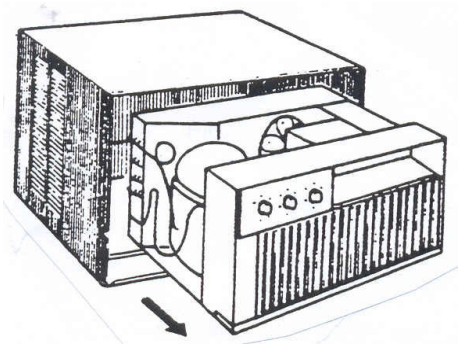
Energisando a solenóide a agulha fecha o orifício 1, e abre o orifício 2 aumentando a pressão na câmara 2, deslocando a corrediça para o lado esquerdo (ciclo quente).



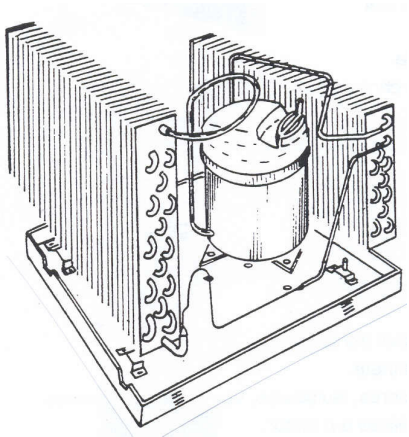


RETIRAR E INSTALAR UNIDADE SELADA NO CONDICIOANDOR DE AR

1. Retire o painel frontal
2. Retire a unidade do gabinete



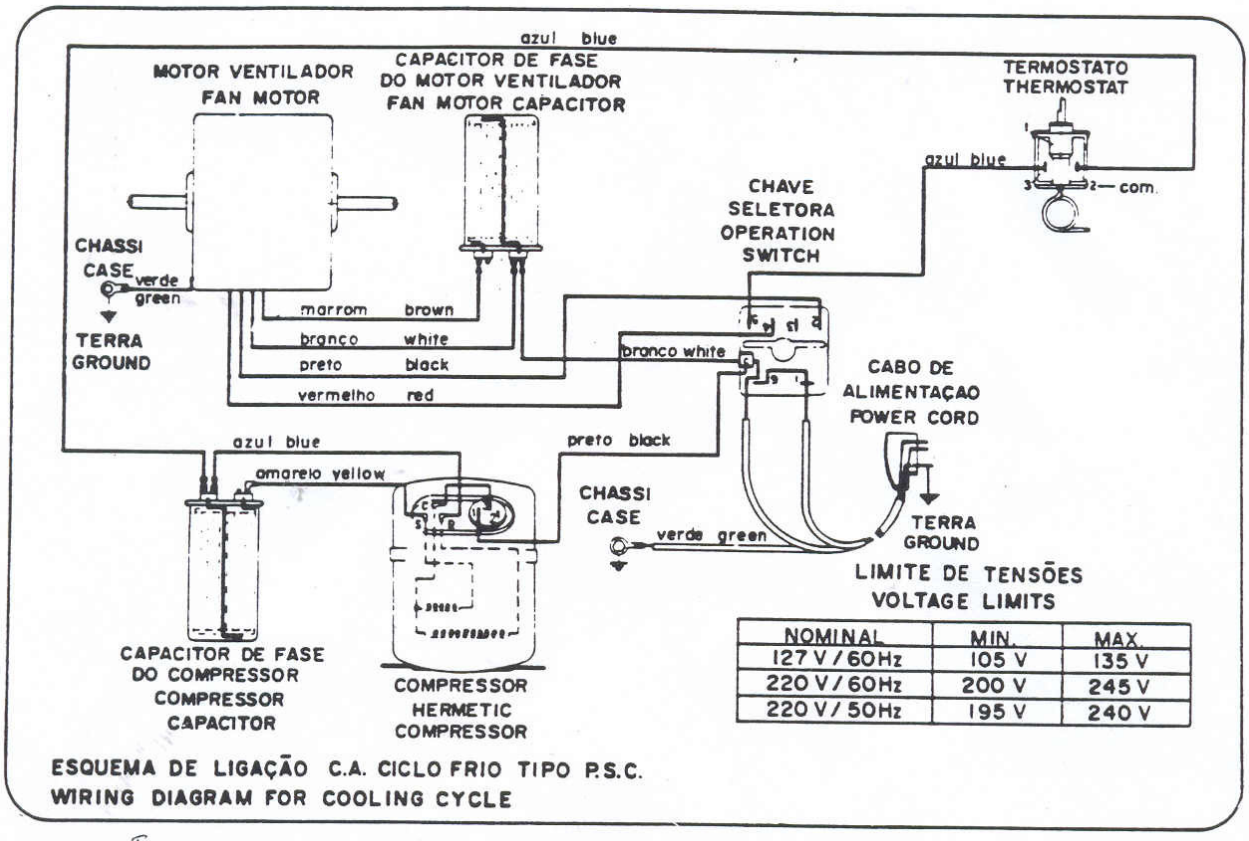
3. Retire os defletores, isoladores, vedadores e difusores.
4. Retire as hélices e o motor
5. Retire o painel e os componentes elétricos
6. Retire os parafusos que fixam o evaporador e o condensador
7. Retire as porcas que fixam o compressor hermético
8. Retire a unidade selada



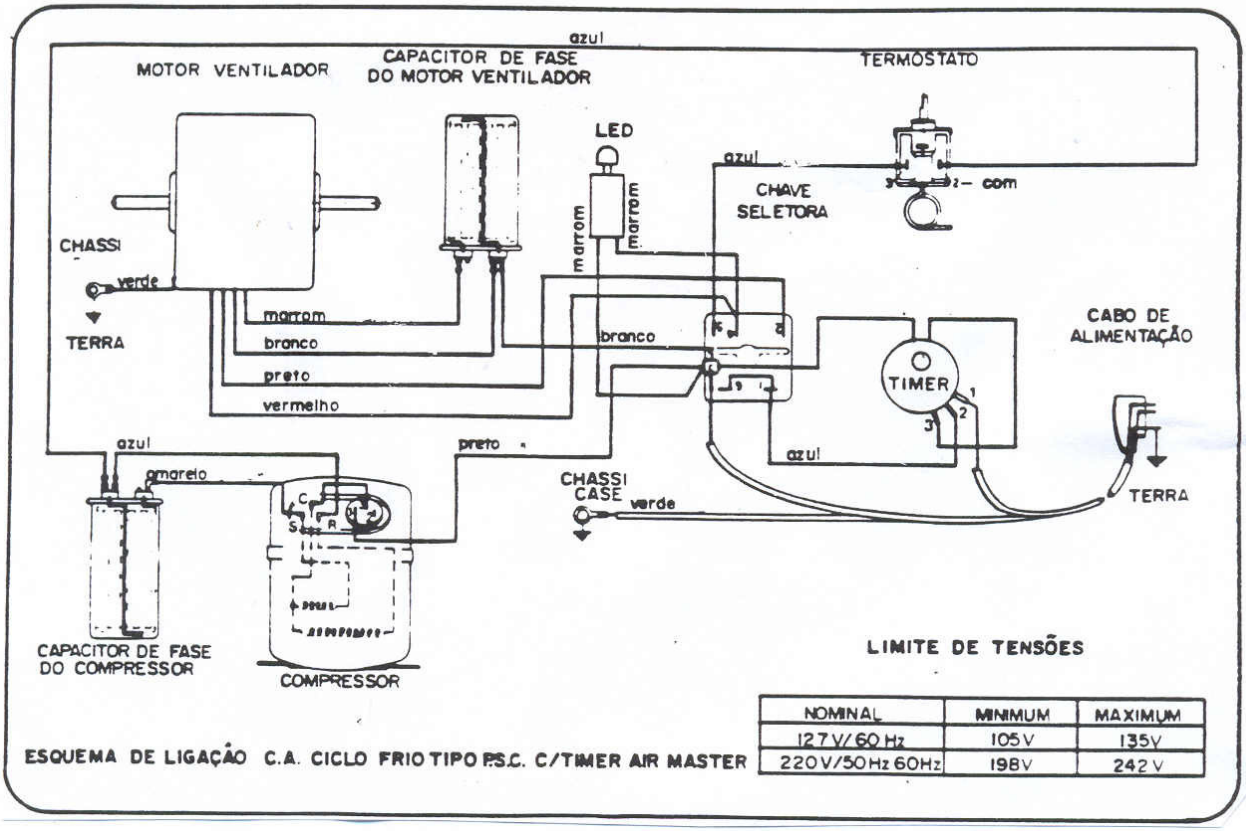
Observação:
Solicite auxílio a um colega a fim de não danificar a unidade selada.

9. Instale a unidade selada na base
10. Instale o painel e os componentes elétricos
11. Instale o motor e as hélices
12. Instale os defletores, isoladores, vedadores e difusores
13. Instale a unidade refrigeradora no gabinete
14. Instale o painel frontal
15. Ligue o condicionador e faça a leitura da tensão e da potência e compara os valores encontrados com os dados do fabricante.

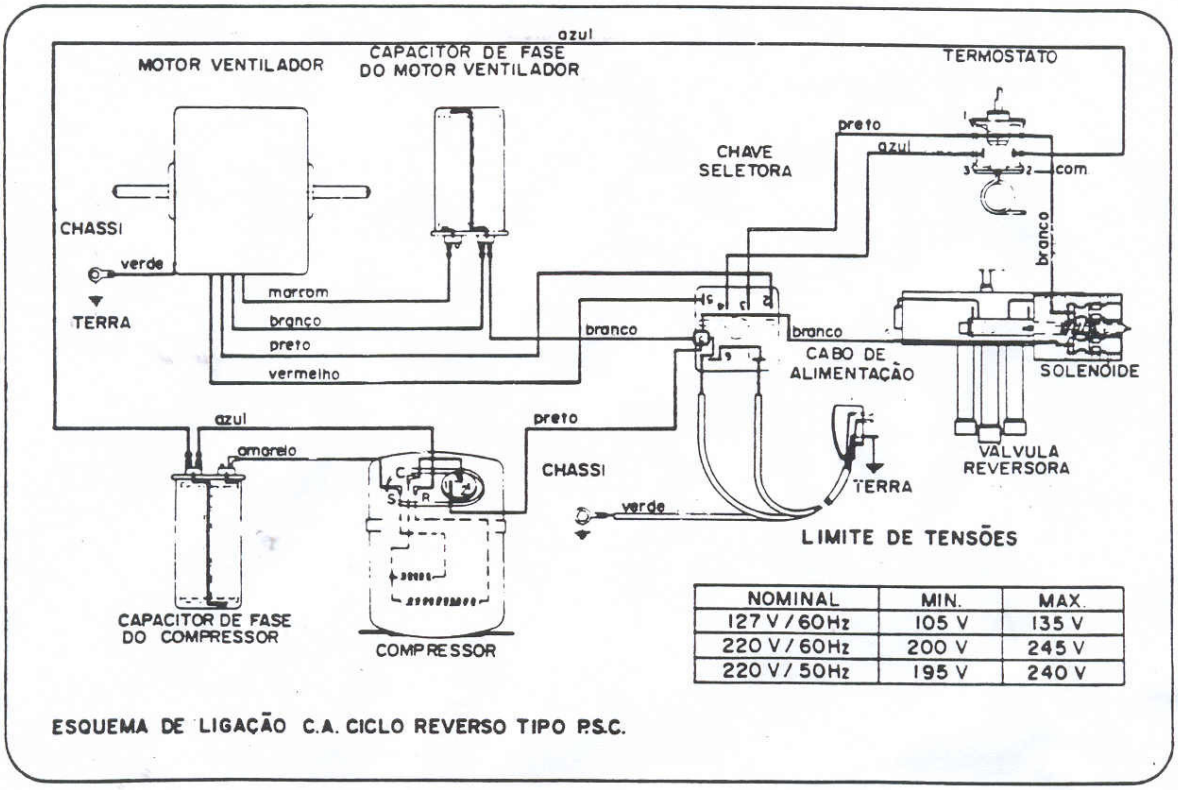
DIAGRAMAS E TABELAS



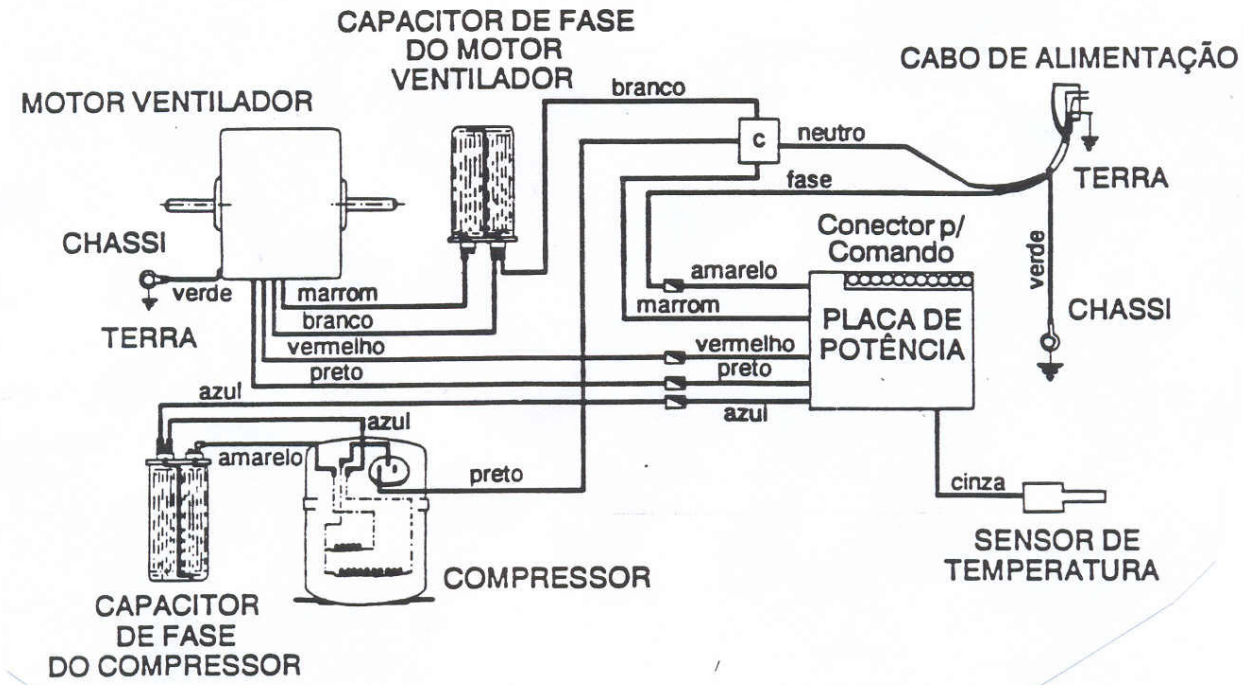
NOMINAL	MIN.	MAX.
127 V / 60Hz	105 V	135 V
220 V / 60Hz	200 V	245 V
220 V / 50Hz	195 V	240 V



NOMINAL	MINIMUM	MAXIMUM
127 V/60 Hz	105V	135V
220 V/50 Hz 60Hz	198V	242 V

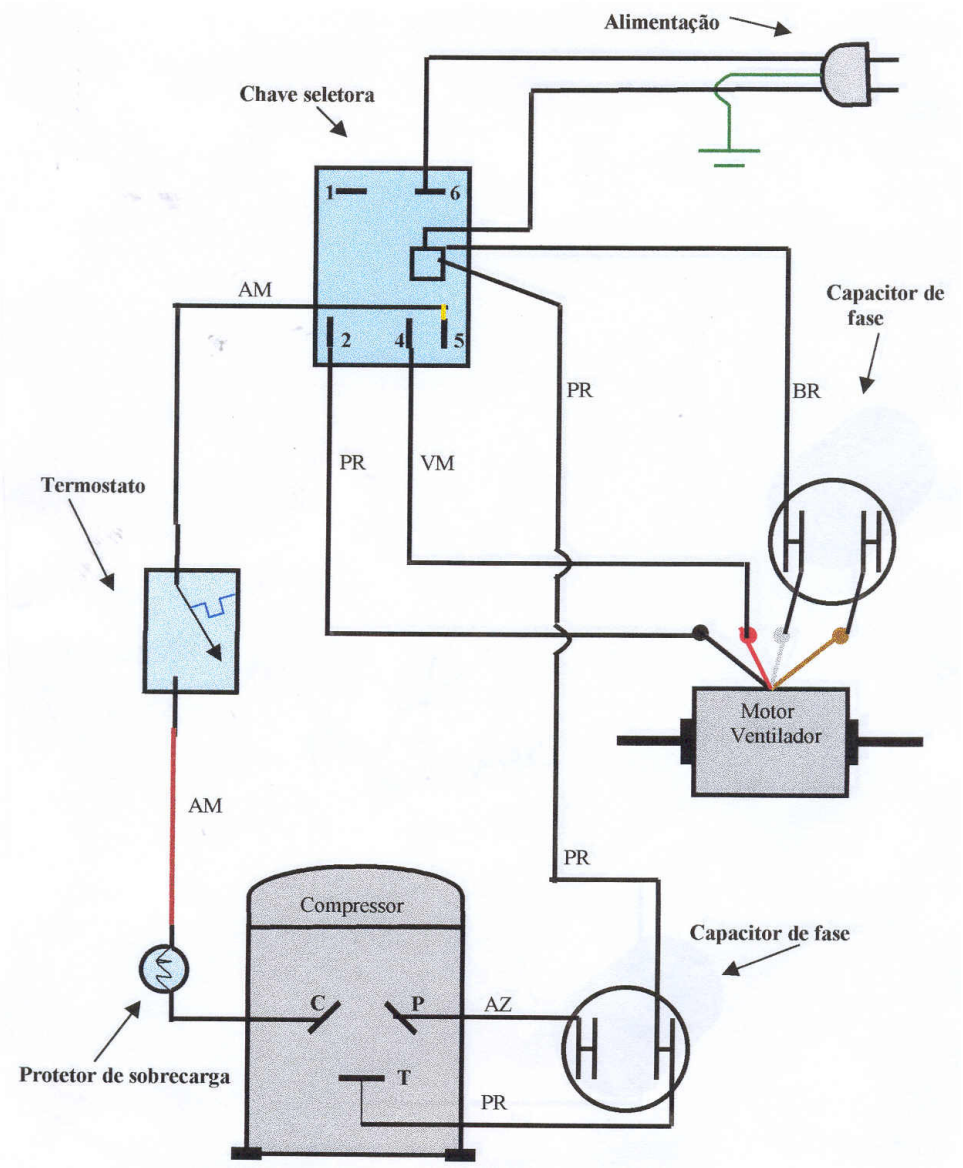


NOMINAL	MIN.	MAX.
127 V / 60Hz	105 V	135 V
220 V / 60Hz	200 V	245 V
220 V / 50Hz	195 V	240 V

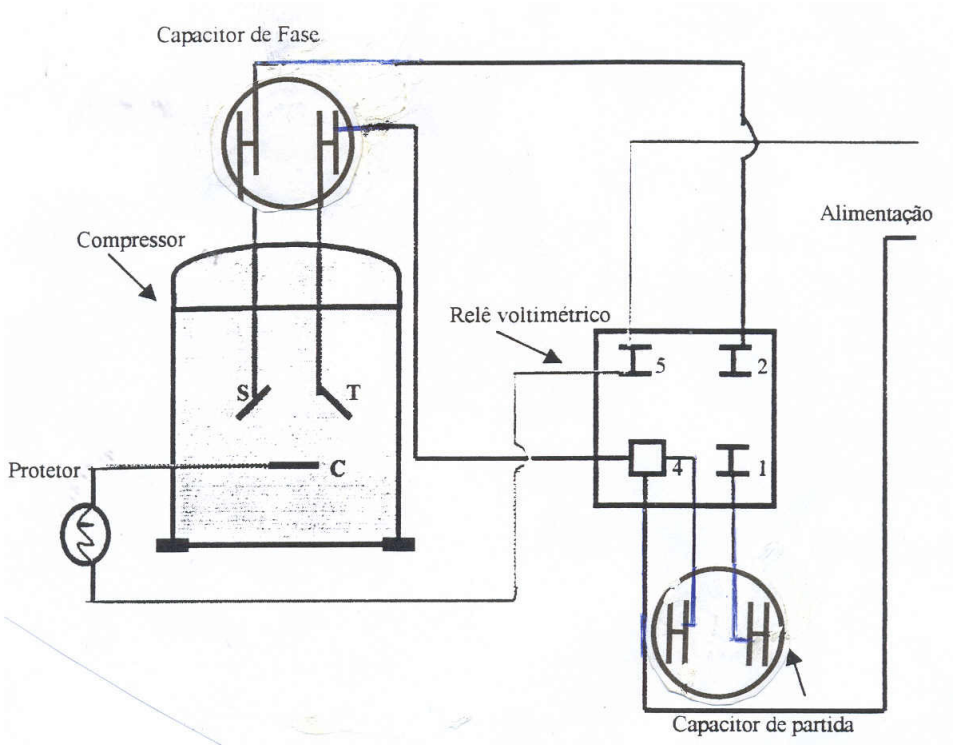


MODELO CICLO FRIO

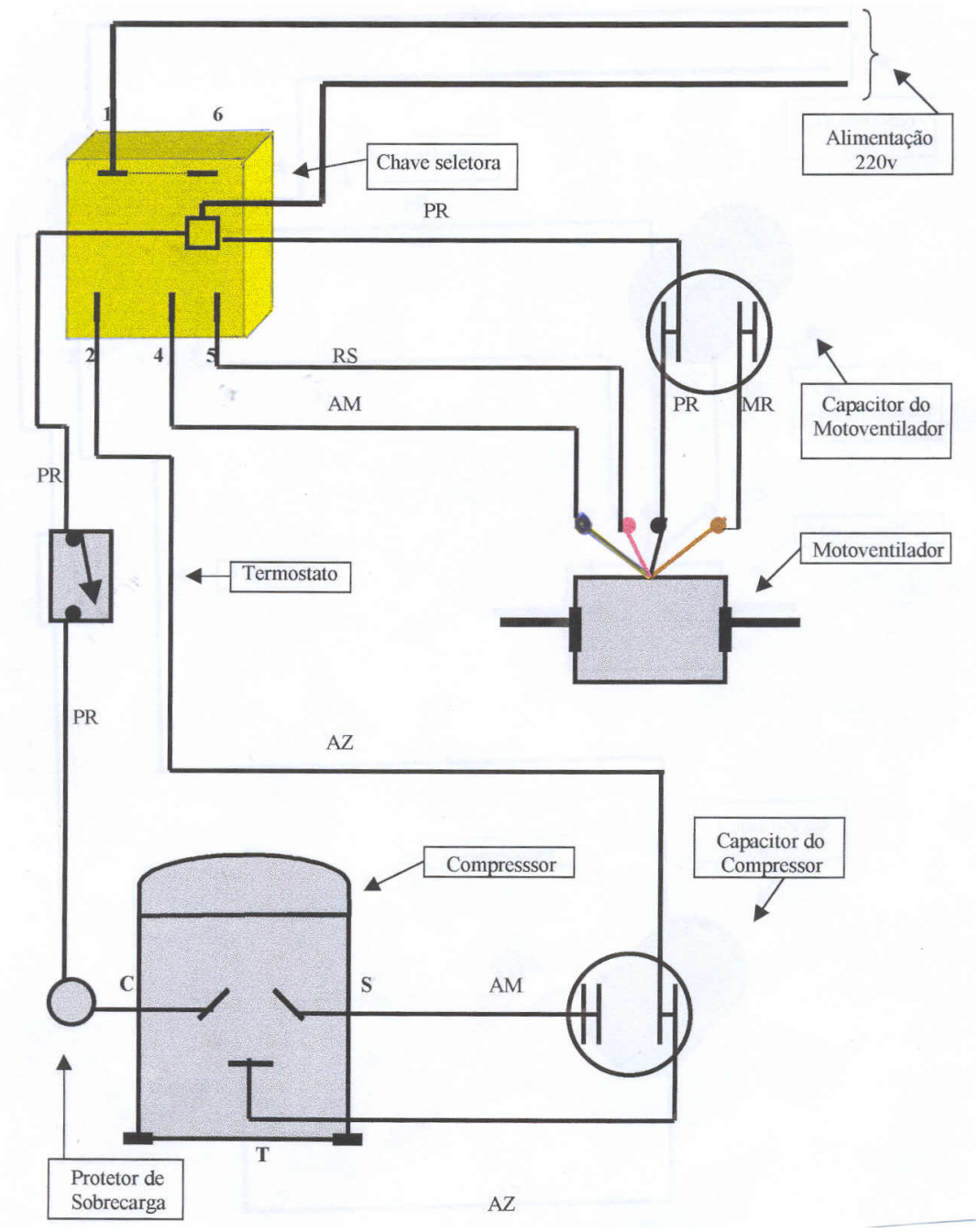
Circuito elétrico do condicionador de ar "Springer" "Sport Line"



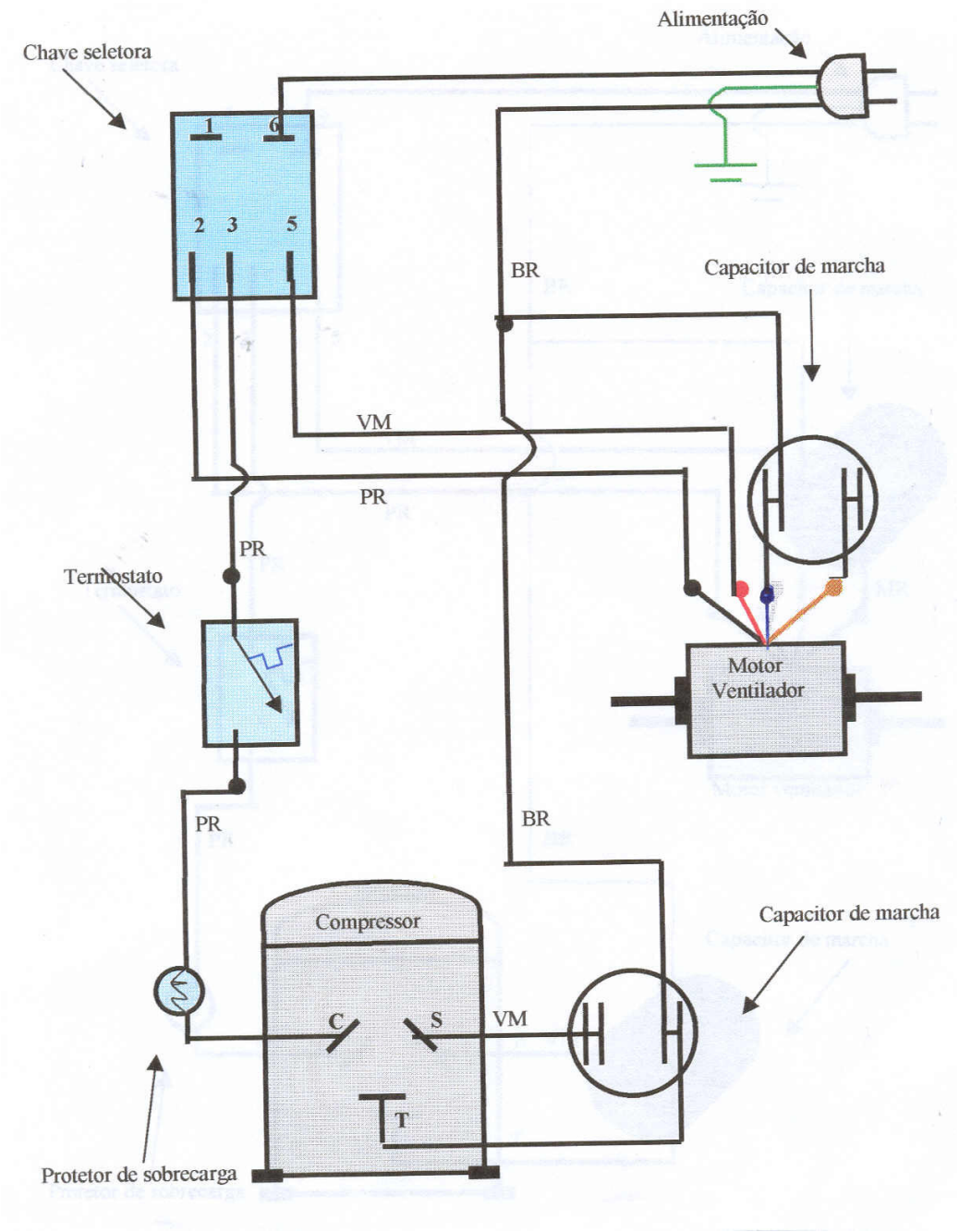
Ligação de um relê voltimétrico



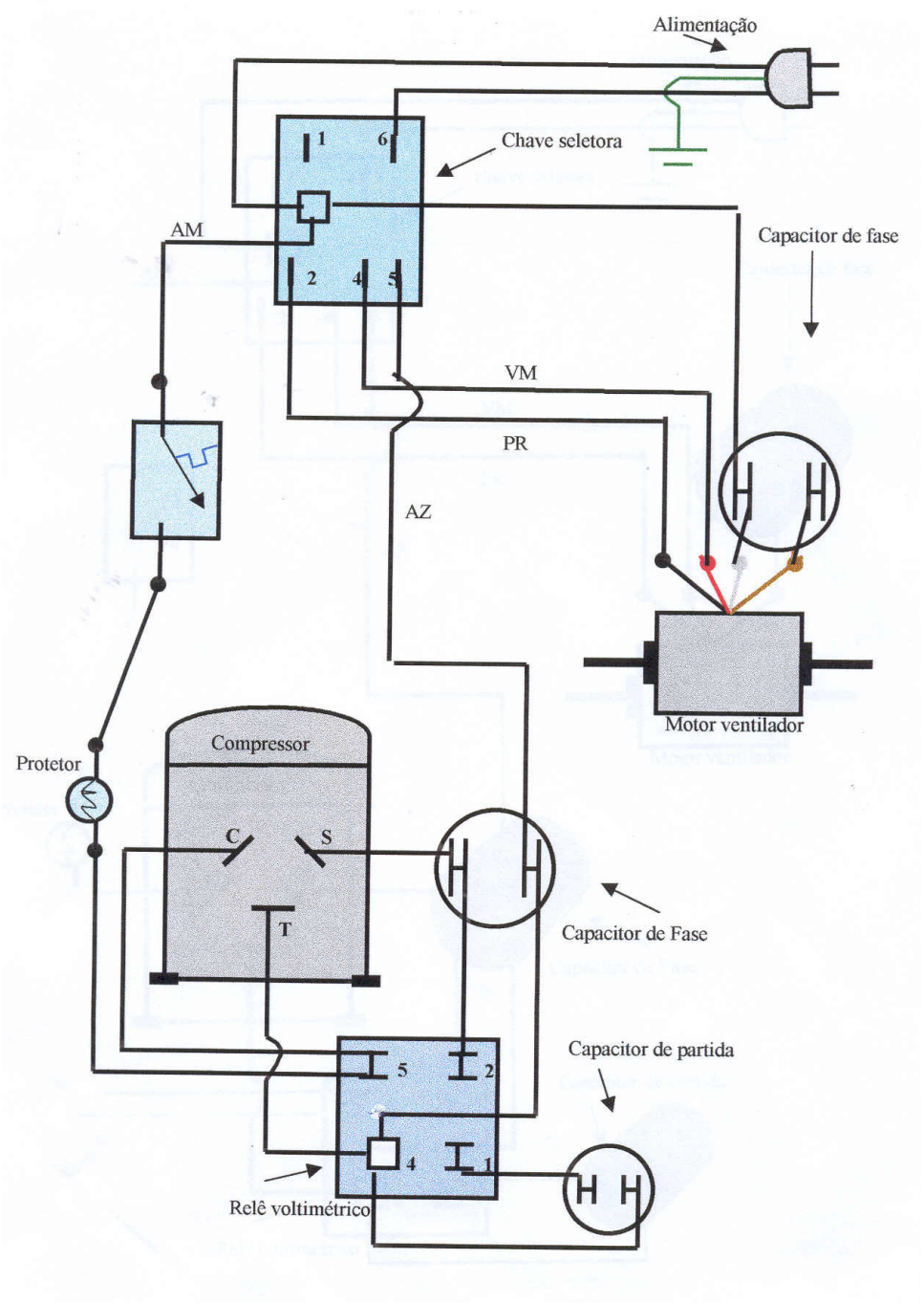
Circuito elétrico do condicionador de ar Sanyo



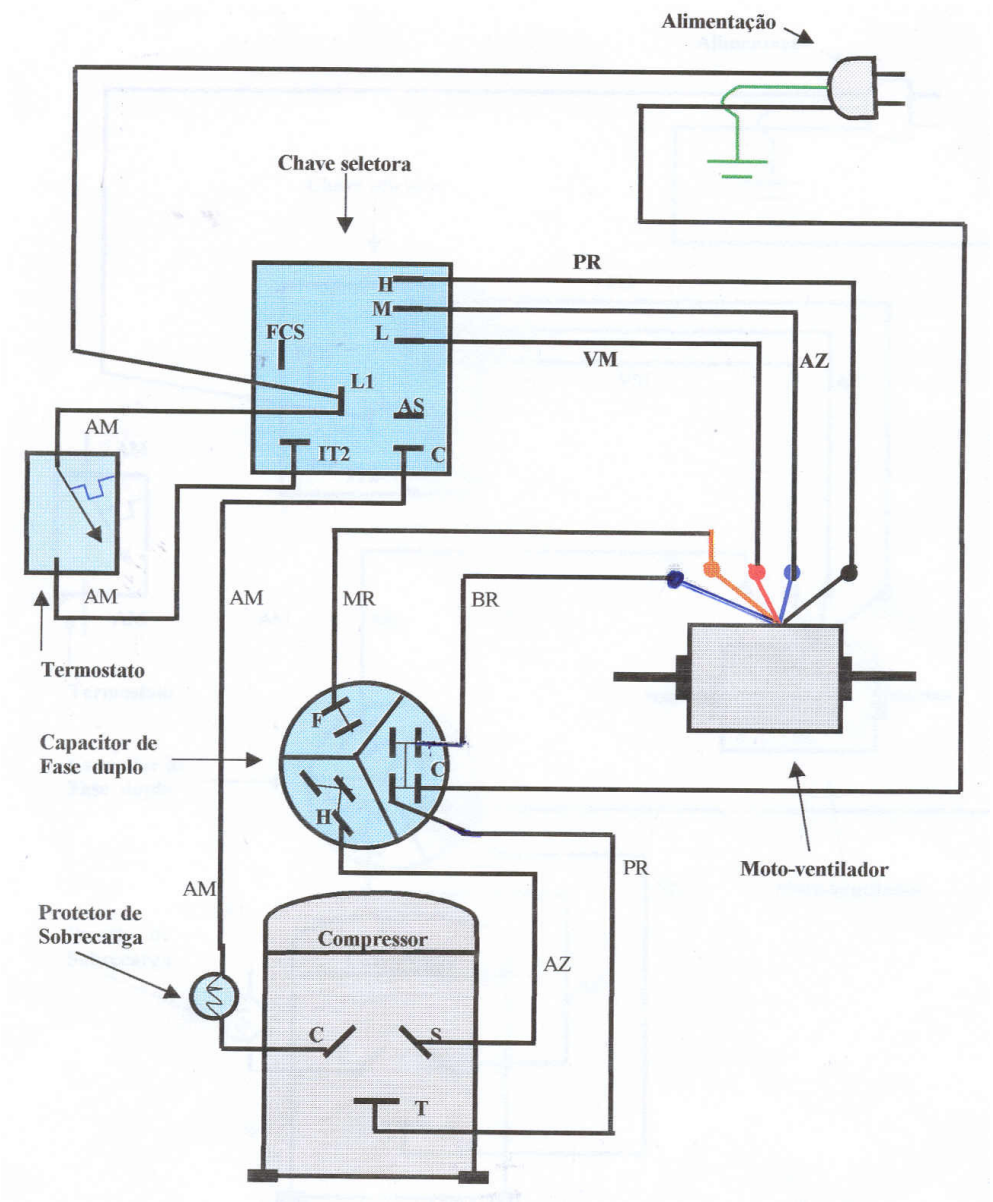
Circuito elétrico do condicionador de ar "Elgin"



Circuito elétrico do condicionador de ar "Springer Sport Line com Relê"

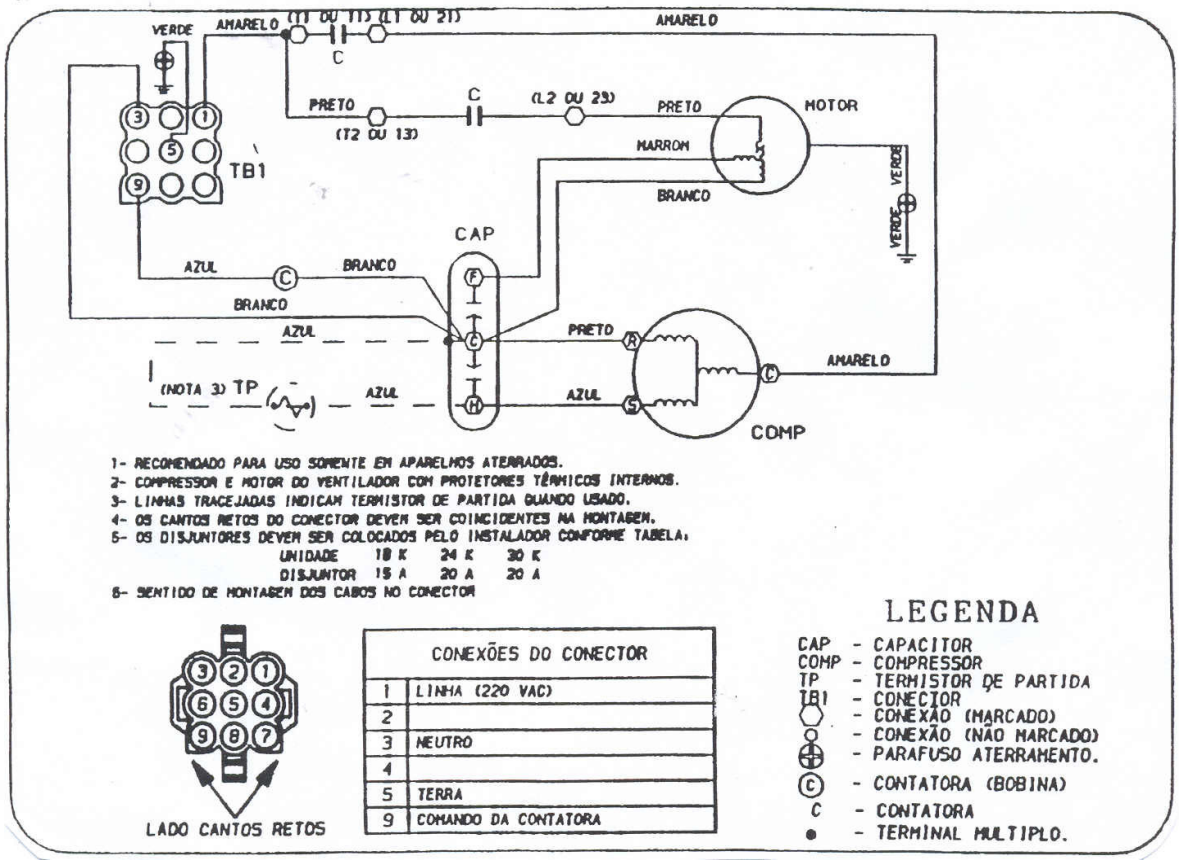


Circuito elétrico do condicionador de ar “Springer” Mundial

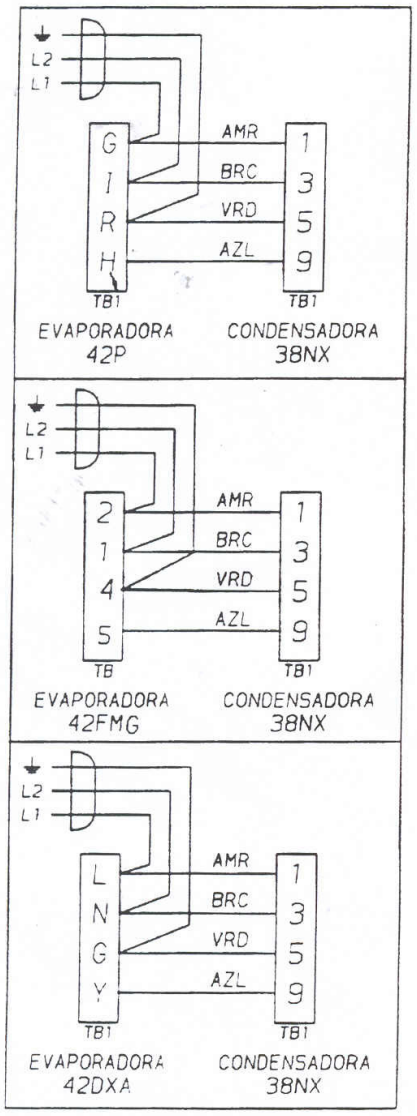


Condicionador de ar Split

Diagrama de interligações entre unidades



4.5.3. - INTERLIGAÇÃO ELÉTRICA ENTRE UNIDADES



e

BITOLAS RECOMENDADAS:

CABO BITOLA (mm)²			
	18K	24K	30K
AMR	2,5	2,5	4,0
BRC	2,5	2,5	4,0
VRD	1,5	1,5	1,5
PRT	1,5	1,5	1,5
VRM	1,5	1,5	1,5
AZL	1,5	1,5	1,5

OBS.: Considerando uma distância máxima de interligação de 35m.

Tabela de compressor e ventilador

BTU	Referência	HP	Capacitor Mfd	Motor ventilador hp	Capacitor Mfd	Corrente A
7.000	AE 240	¾	15 ou 17,5	1/15	3	5,0
10.000	AK 100	1	17,5 ou 20	1/8	4	6,5
12.000	AK 111	1 ¼	20	1/8	5	7,0
14.000	AK 115	1 ½	25	1/8	5	10,0
18.000	AJ 5519 AAJ 5518	2	25	¼	5 8	13,0
21.000	AH 5524	2 ½	30	½	10	15,0
30.000	AAH 5531	3	35	1/2	10	16,0

Processo de carga de gás refrigerante em condicionadores de ar

1. Instalar tubo de serviço no moto-compressor, e no tubo de serviço 0. Manifolder no lado de baixa pressão.
2. Testar vazamento no sistema com pressão de 8 Kg/cm ou 118 psi.
3. Evacuar o sistema com bomba de vácuo, entre 15 a 30 minutos.
4. Feche o registro e verifique se o manômetro indica de 28 à 2]30 inhg, caso esteja indicando esta pressão aguarde alguns segundos, a leitura deverá permanecer estável.
5. Instale ao manifolder por meio de mangueira um cilindro de R-22. Dê um rápido expurgo para retirar o ar e os vapores incondensáveis da mangueira.
6. Com o compressor do sistema desligado, injete aproximadamente 130 psi de refrigerante no sistema.
7. Feche o registro e ligue o moto-compressor, a pressão deverá baixar. Complete a carga de refrigerante deixando a pressão na faixa de 50 à 70 psi.
8. A carga estará completa quando:
    - O evaporador estiver condensado dois terços do evaporador.
    - O condensador aquecido.
    - O filtro do sistema parcialmente morno.
    - A linha de sucção condensada.
    - A amperagem deverá apresentar-se na faixa de operação (amperagem nominal)

Obs: A temperatura de evaporação do R-22 é de –40ºC.

Quadro de identificação de defeitos

DEFEITOS / POSSÍVEIS CAUSAS	Alta intensidade de corrente (amperagem)	Barulho no condicionador	Compressor não parte	Condicionador dando choque	Motor ventilador queimado	Baixa temperatura de retorno	Falta de rendimento	Não aquece (modelos ciclo reverso)	Vazamento de água para dentro do ambiente	Consumo excessivo de energia	Condicionador não desliga	Congelamento no evaporador
Tensão muito alta	●		●	●					●			
Tensão muito baixa	●		●	●					●			
Condicionador mal instalado	●	●		●		●			●	●		
Condensador sujo	●					●			●			
Capacitor de fase defeituoso (compressor)	●		●									
Compressor defeituoso	●	●	●	●		●						
Motor ventilador defeituoso	●			●	●	●			●			●
Ventilador axial ou radial encostando na base		●										
Ventilador axial ou radial desbalanceado		●										
Folga no eixo do motor ventilador		●										
Tubo encostando na capa externa		●										
Inclinação inadequada		●						●				
Fios ou terminais soltos			●	●								
Termostato defeituoso			●	●		●	●		●	●		
Chave seletora defeituosa			●				●					
Venezianas laterais obstruídas						●			●			
Falta de gás						●			●	●		●
Capacitor fase defeituoso (motor ventilador)					●							
Excesso de gás	●				●				●			
Excesso de óleo no evaporador					●							●
Baixa temperatura no ambiente					●							
Protetor térmico atuando (ou defeituoso)			●									
Levantamento de carga térmica incorreto						●			●	●		
Filtro de ar sujo						●			●	●		●
Evaporador sujo						●			●	●		●
Obstrução à saída do ar						●						●
Entupimento						●			●			●
Solenóide queimada							●					
Válvula reversora trancada							●					
Mangueira do aparador d'água solta								●				
Aparador d'água danificado								●				
Dreno entupido								●				

BIBLIOGRAFIA

CONSUL, Condicionador de Ar. 1994.

CONSUL, Condicionador de Ar. Manual de Serviços.

EMBRACO. Seleção de Compressores e Tubos Capilares. Informações Gerais.

EMBRACO. Identificações do Compressor. Informações Gerais. 1998.

TACUMSEH. Refrigeração e Gases Alternativos. 2000.

MULTIBRAS, Refrigeradores?Freezeres. 1993.

BRASTEMP, Lançamento Refrigerador Duplex. Novembro 1993.

EMBRACO. Seleção de Compressores e Tubos Capilares. Informações Gerais.

EMBRACO. Identificação do Compressor. Informações Gerais. 1998.

TACUMESEH. Refrigração e Gases Alternativos. 2000.

Catálogo Robert Shaw

Manual Tecnico Brastemp

Manual Técnico Eletrolux

Reparador de Aparelhos Domésticos de Refrigeração/Reparador Geladeiras Freezeres e Bebedouro – SENAI.

Elaboração
Airton Alves de Araújo
Gutemberg da Silva Pereira
José Rogério da Silva Júnior
Pedro Henrique dos Santos

Diagramação
Anna Daniella C. Teixeira

Editoração
Divisão de Educação e Tecnologia – DET